

1/5/2

013039654      \*\*Image available\*\*

WPI Acc No: 2000-211507/200019

XRFX Acc No: N00-158304

**Building modeling apparatus includes a formation unit to form 3D shape of the building based on its height and characteristic data about the image of building**

Patent Assignee: MITSUBISHI ELECTRIC CORP (MITQ )

Number of Countries: 001    Number of Patents: 001

Patent Family:

Patent No	Kind	Date	Applicat No	Kind	Date	Week
JP 11339074	A	19991210	JP 98141478	A	19980522	200019 B

Priority Applications (No Type Date): JP 98141478 A 19980522

Patent Details:

Patent No	Kind	Lan Pg	Main IPC	Filing Notes
JP 11339074	A	31	G06T-017/40	

Abstract (Basic): JP 11339074 A

NOVELTY - A height setting unit (6) computes the height of the building based on characteristic data of building image, image pick-up information stored in a memory (2) and outline information stored in another memory (3). A 3D shaping unit (7), based on the height calculator, forms the 3D shape of the building. DETAILED DESCRIPTION - An image memory (1) stores the image of building photographed in differed direction. The memory (2) stores image pick-up information of each image. A shape memory (3) stores the outline information about the horizontal cross-section of the building. An extractor (4) selects the characteristics data of each image stored in the image memory. Using the data stored in the memories and characteristics data, the height and hence shape of the building is modeled.

USE - For 3D modeling of buildings.

ADVANTAGE - Produces accurate modeling of building. Obtains exact height of building with simple process. DESCRIPTION OF DRAWING(S) - The figure shows block diagram of the scene modeling apparatus. (1) Image memory; (2,3) Memories; (4) Extractor; (6) Height setting unit; (7) Shaping unit.

Dwg.1/32

Title Terms: BUILD; APPARATUS; FORMATION; UNIT; FORM; SHAPE; BUILD; BASED; HEIGHT; CHARACTERISTIC; DATA; IMAGE; BUILD

Derwent Class: P85; S02; T01

International Patent Class (Main): G06T-017/40

International Patent Class (Additional): G01B-011/24; G06T-001/00;

G09B-029/00

File Segment: EPI; EngPI

(19)日本国特許庁 (J P)

(12) 公 開 特 許 公 報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開平11-339074

(43)公開日 平成11年(1999)12月10日

(51)Int.Cl.<sup>9</sup>

識別記号

F I

G 0 6 T 17/40

G 0 6 F 15/62

3 5 0 K

G 0 1 B 11/24

G 0 1 B 11/24

K

G 0 6 T 1/00

G 0 9 B 29/00

A

G 0 9 B 29/00

G 0 6 F 15/62

3 8 0

審査請求 未請求 請求項の数18 O L (全 31 頁)

(21)出願番号

特願平10-141478

(22)出願日

平成10年(1998)5月22日

(71)出願人 000006013

三菱電機株式会社

東京都千代田区丸の内二丁目2番3号

(72)発明者 亀井 克之

東京都千代田区丸の内二丁目2番3号 三

菱電機株式会社内

(72)発明者 玉田 隆史

東京都千代田区丸の内二丁目2番3号 三

菱電機株式会社内

(72)発明者 瀬尾 和男

東京都千代田区丸の内二丁目2番3号 三

菱電機株式会社内

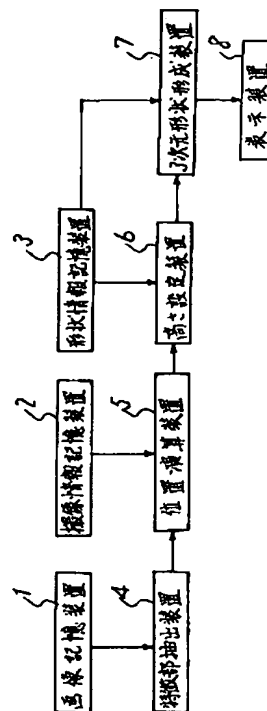
(74)代理人 弁理士 宮田 金雄 (外2名)

(54)【発明の名称】 景観モデリング装置

(57)【要約】

【課題】 建物に対しその適切な高さを効率良く設定することにより、効率良く正しい景観を再現する景観モデリング装置を提供することを目的とする。

【解決手段】 この発明に係る景観モデリング装置は、被対象物を異なる方向から撮像した画像を記憶する画像記憶手段1と、各画像の撮像情報を記憶する撮像情報記憶手段2と、被対象物の水平断面の輪郭情報を記憶する形状記憶手段3と、画像記憶手段1に記憶されている各画像の特徴部を抽出する特徴部抽出手段4と、特徴部抽出手段4で抽出された特徴部、撮像情報記憶手段2に記憶されている撮像情報、及び形状記憶手段3に記憶されている輪郭情報に基づいて被対象物の高さを求める高さ設定手段6と、形状記憶手段3に記憶されている輪郭情報及び高さ設定手段6で設定された被対象物の高さに基づいて被対象物の3次元形状を形成する3次元形状形成手段7とを備えている。



## 【特許請求の範囲】

【請求項 1】 同一の対象物を異なる方向から撮像した少なくとも 2 つの画像を記憶する画像記憶手段と、前記各画像の撮像時の撮像情報を記憶する撮像情報記憶手段と、前記対象物の水平断面の輪郭情報を記憶する形状記憶手段と、前記画像記憶手段に記憶されている各画像の特徴部を抽出する特徴部抽出手段と、前記特徴部抽出手段で抽出された特徴部、前記撮像情報記憶手段に記憶されている撮像情報及び前記形状記憶手段に記憶されている輪郭情報に基づいて前記対象物の高さを求める高さ設定手段と、前記形状記憶手段に記憶されている輪郭情報及び前記高さ設定手段で設定された対象物の高さに基づいて前記対象物の 3 次元形状を形成する 3 次元形状形成手段とを備えた景観モデリング装置。

【請求項 2】 高さ設定手段は、特徴部抽出手段で抽出された特徴部と撮像情報記憶手段に記憶されている撮像情報に基づいて前記特徴部の水平方向成分及び高さ方向成分を有する 3 次元位置情報を演算する位置情報演算手段を備え、前記位置情報演算手段で演算された 3 次元位置情報の水平成分と輪郭情報とに基づいて対象物に属する特徴部を抽出し、前記対象物に属する特徴部の高さ方向成分を前記対象物の高さに設定することを特徴とする請求項 1 記載の景観モデリング装置。

【請求項 3】 最も高い特徴部の高さを対象物の高さとすることを特徴とする請求項 2 記載の景観モデリング装置。

【請求項 4】 特徴部は特徴点であることを特徴とする請求項 1～3 のいずれか 1 項記載の景観モデリング装置。

【請求項 5】 特徴部は特徴線分であることを特徴とする請求項 1～3 のいずれか 1 項記載の景観モデリング装置。

【請求項 6】 特徴部は特徴領域であることを特徴とする請求項 1～3 のいずれか 1 項記載の景観モデリング装置。

【請求項 7】 対象物を撮像した画像を記憶する画像記憶手段と、前記画像の撮像時の撮像情報を記憶する撮像情報記憶手段と、前記対象物の 3 次元形状を形成する 3 次元形状形成手段と、前記撮像情報記憶手段に記憶されている撮像情報に基づいて前記画像記憶手段に記憶されている対象物と前記 3 次元形状形成手段により形成された前記対象物の 3 次元形状とを対応づけて表示する表示手段と、前記表示手段の表示結果に基づく入力を受けて前記対象物の 3 次元形状の高さを調整する高さ調整手段を備えた景観モデリング装置。

【請求項 8】 高さ調整手段は、表示結果を確認して入力された入力情報により、表示結果に基づいて選択された 3 次元形状の高さを調整することを特徴とする請求項 7 記載の景観モデリング装置。

【請求項 9】 表示手段は、高さ調整手段で選択された

3 次元形状と他の 3 次元形状とを異なる様式で表示させることを特徴とする請求項 8 記載の景観モデリング装置。

【請求項 10】 表示手段は、画像記憶手段に記憶されている対象物と 3 次元形状形成手段により形成された前記対象物の 3 次元形状とを異なる様式で表示させることを特徴とする請求項 7～9 のいずれか 1 項記載の景観モデリング装置。

【請求項 11】 対象物に対応した地図を記憶する地図記憶手段と、前記対象物の水平断面の輪郭情報を記憶する形状記憶手段と、前記形状記憶手段に記憶されている輪郭情報に基づいて前記対象物の 3 次元形状を形成する 3 次元形状形成手段と、前記撮像情報記憶手段に記憶されている撮像情報に基づいて前記画像記憶手段に記憶されている対象物と前記 3 次元形状形成手段により形成された前記対象物の 3 次元形状とを対応づけて表示するとともに、前記地図記憶手段に記憶されている地図上の対象物と前記形状記憶手段に記憶されている輪郭情報により形成される輪郭とを対応づけて表示する表示手段と、前記表示手段の表示結果に基づく入力を受けて前記対象物の輪郭情報を修正する修正手段を備えた景観モデリング装置。

【請求項 12】 修正手段は、表示結果を確認して入力された入力情報により、表示結果に基づいて選択された輪郭の輪郭情報を修正することを特徴とする請求項 11 記載の景観モデリング装置。

【請求項 13】 表示手段は、修正手段で選択された輪郭と他の輪郭とを異なる様式で表示させることを特徴とする請求項 12 記載の景観モデリング装置。

【請求項 14】 修正手段は、輪郭の位置を修正することを特徴とする請求項 11～13 のいずれか 1 項記載の景観モデリング装置。

【請求項 15】 修正手段は、輪郭の形状を修正することを特徴とする請求項 11～14 のいずれか 1 項記載の景観モデリング装置。

【請求項 16】 表示手段は、地図記憶手段に記憶されている地図上の対象物と形状記憶手段に記憶されている輪郭情報により形成される輪郭とを異なる様式で表示させることを特徴とする請求項 11～15 のいずれか 1 項記載の景観モデリング装置。

【請求項 17】 修正手段は、新たな輪郭を追加することを特徴とする請求項 11～16 のいずれか 1 項記載の景観モデリング装置。

【請求項 18】 3 次元形状形成手段は、新たな輪郭に関する輪郭情報をも含めて 3 次元形状を形成することを特徴とする請求項 17 記載の景観モデリング装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】 この発明は建物等の対象物を撮影した画像から撮影された対象物の 3 次元形状を得る

## 3

景観モデリング装置に関するものである。

【0002】

【従来の技術】図30は、例えば、藤井稔、柴崎亮介、館村純一著「実風景映像と3次元空間データの融合によるGISユーザインタフェースの実現の試み」写真測量とリモートセンシングVol. 36, No. 3, 1997年発行に示された従来の景観モデリング装置を示すブロック図である。

【0003】図において、101は建物の水平断面の輪郭形状のデータが記憶されている建物ポリゴンデータ記憶装置、102は建物の階数のデータが記憶されている標高データ記憶装置、103は建物ポリゴンデータと標高データとから建物の3次元形状を演算する演算装置、104は演算装置103で演算された建物の3次元形状を表示する表示装置である。

【0004】図31は地図及びこの地図から求められる各種のデータを示す図で、図31(a)はモデリングする景観に対応する地図、図31(b)は地図から求められる建物ポリゴンデータ、図31(c)は各建物に対する階数と建物が設置されている地点の標高高度を示す標高値とを示す図である。図において、105は地図、106は地図105上に描かれた建物で、建物の水平断面の輪郭であるポリゴンとして掲載されている。

【0005】図32は表示装置104により表示されたモデリングされた景観を示す図である。図において、107はディスプレイモニタ上に再現された建物形状からなる景観、108はポリゴン、階数データ、及び標高データから復元された3次元建物形状、109はポリゴンで表される3次元建物形状108の底面、110は3次元建物形状108の1階あたりの平均的な高さである。

【0006】従来の景観モデリング装置では、図31(a)に示すように、地図105上に描かれた各建物のポリゴン106について、図31(b)に示すように、建物の水平断面の輪郭を表すポリゴンの座標を建物ポリゴンデータとして建物ポリゴンデータ記憶装置101に記憶し、さらに、図31(c)に示すように、その建物の階数を示す階数データと建物が設置されている地点の標高高度を示す標高データを標高データ記憶装置102にあらかじめ記憶させておく。

【0007】地図105に示される都市の景観を再現する場合には、図30に示した演算装置103において、各建物に対して、建物ポリゴンデータ記憶装置101に記憶されている建物ポリゴンデータにより示されるポリゴンを3次元建物形状108の底面109とし、予め定められている1階あたりの高さ(一定値)に、標高データ記憶手段102に記憶されている各建物の階数データを乗じて得られる値を高さとし、これらの底面及び高さを有する多角柱を形成する。

【0008】上記形成された多角柱の底面109が、その多角柱が存在する地点の標高データで与えられるの標

## 4

高高度に置かれるように描画し3次元建物形状108とする。これにより、ディスプレイモニタ107上に建物形状108からなる景観107を描画する。

【0009】この3次元建物形状108は、同従来の技術の文献に記されたように、風景映像からそこに描かれた建物の情報を検索したり、あるいは、所在地を入力して対応する建物を特定したり、といった用途の他、景観シミュレーションや都市でのマイクロ波通信の見通しの判定に用いられる。

10 【0010】

【発明が解決しようとする課題】上記のような従来の景観モデリング装置では、建物の一階あたりの高さを一律に同じ値(一定値)にし、この一階あたりの高さに各建物の階数を乗ずることにより各建物の高さを決定していた。しかしながら、一般的には、建物は建物ごと、あるいは階ごとにその高さが異なる。そのため、従来の景観モデリング装置では、建物の正確な高さが得られず、景観も正しく再現されないという問題点があった。

20 【0011】また、建物の屋上に広告や給水塔などの設置物がある場合、その高さが反映されないため、やはり建物の正確な高さが得られず、景観も正しく再現されないという問題点があった。

【0012】また、従来、建物の正確な高さを与えようとすれば、建物ごとにその高さが記された設計資料を入力し、これを入力するか、または、やはり建物ごとに高さを実測しなければならず、大変な労力を必要とするという問題点があった。

30 【0013】さらにまた、建物が建っている場所の標高値は、通常、粗い格子点上でのみ値が測定されているため、坂の多い場所では、建物の正確な設置高度が得られず、景観が異なったものになるという問題点があった。

【0014】さらにまた、上記のような従来の景観モデリング装置では、建物の建物形状を地図上に示された建物の外周を示すポリゴンを底面とする多角柱で表現しているため、ポリゴンがその建物の敷地を表すデータとして与えられている場合、ポリゴンの形状と実際の建物の輪郭形状が異なり、景観が正しくモデリングされないという問題点があった。

40 【0015】本発明は、かかる問題点を解決するためになされたものであり、建物に対しその適切な高さを効率良く設定することにより、効率良く正しい景観を再現する景観モデリング装置を提供することを目的としている。また、的確な輪郭形状を得ることにより、より正しく景観を再現する景観モデリング装置を提供することを目的としている。

【0016】

【課題を解決するための手段】本発明に係る景観モデリング装置は、同一の対象物を異なる方向から撮像した少なくとも2つの画像を記憶する画像記憶手段と、各画像の撮像時の撮像情報を記憶する撮像情報記憶手段と、対

象物の水平断面の輪郭情報を記憶する形状記憶手段と、画像記憶手段に記憶されている各画像の特徴部を抽出する特徴部抽出手段と、特徴部抽出手段で抽出された特徴部、撮像情報記憶手段に記憶されている撮像情報及び形状記憶手段に記憶されている輪郭情報に基づいて対象物の高さを求める高さ設定手段と、形状記憶手段に記憶されている輪郭情報及び高さ設定手段で設定された対象物の高さに基づいて対象物の 3 次元形状を形成する 3 次元形状形成手段とを備えている。

【0017】さらに、高さ設定手段は、特徴部抽出手段で抽出された特徴部と撮像情報記憶手段に記憶されている撮像情報に基づいて特徴部の水平方向成分及び高さ方向成分を有する 3 次元位置情報を演算する位置情報演算手段を備え、位置情報演算手段で演算された 3 次元位置情報の水平成分と輪郭情報とに基づいて対象物に属する特徴部を抽出し、この対象物に属する特徴部の高さ方向成分を対象物の高さに設定する。

【0018】さらに、最も高い特徴部の高さを対象物の高さとする。また、特徴部は特徴点である。また、特徴部は特徴線分である。また、特徴部は特徴領域である。

【0019】また、本発明に係る景観モデリング装置は、対象物を撮像した画像を記憶する画像記憶手段と、画像の撮像時の撮像情報を記憶する撮像情報記憶手段と、対象物の 3 次元形状を形成する 3 次元形状形成手段と、撮像情報記憶手段に記憶されている撮像情報に基づいて画像記憶手段に記憶されている対象物と 3 次元形状形成手段により形成された対象物の 3 次元形状とを対応づけて表示する表示手段と、表示手段の表示結果に基づく入力を受けて対象物の 3 次元形状の高さを調整する高さ調整手段を備えている。

【0020】さらに、高さ調整手段は、表示結果を確認しながら高さを調整する対象物を選択し、その高さを調整する。さらに、高さ調整手段は、表示結果を確認して入力された入力情報により、表示結果に基づいて選択された 3 次元形状の高さを調整する。さらに、表示手段は、高さ調整手段で選択された 3 次元形状と他の 3 次元形状とを異なる様式で表示させる。さらに、表示手段は、画像記憶手段に記憶されている対象物と 3 次元形状形成手段により形成された対象物の 3 次元形状とを異なる様式で表示させる。

【0021】また、本発明に係る景観モデリング装置は、対象物に対応した地図を記憶する地図記憶手段と、対象物の水平断面の輪郭情報を記憶する形状記憶手段と、形状記憶手段に記憶されている輪郭情報に基づいて対象物の 3 次元形状を形成する 3 次元形状形成手段と、撮像情報記憶手段に記憶されている撮像情報に基づいて画像記憶手段に記憶されている対象物と 3 次元形状形成手段により形成された対象物の 3 次元形状とを対応づけて表示するとともに、地図記憶手段に記憶されている地図上の対象物と形状記憶手段に記憶されている輪郭情報

により形成される輪郭とを対応づけて表示する表示手段と、地図記憶手段に記憶されている地図上の対象物と形状記憶手段に記憶されている輪郭情報により形成される輪郭とを対応づけて表示する表示手段と、表示手段の表示結果に基づく入力を受けて対象物の輪郭情報を修正する修正手段を備えている。

【0022】さらに、修正手段は、表示結果を確認して入力された入力情報により、表示結果に基づいて選択された輪郭の輪郭情報を修正する。さらに、表示手段は、修正手段で選択された輪郭と他の輪郭とを異なる様式で表示させる。また、修正手段は、輪郭の位置を修正する。また、修正手段は、輪郭の形状を修正する。さらに、表示手段は、地図記憶手段に記憶されている地図上の対象物と形状記憶手段に記憶されている輪郭情報により形成される輪郭とを異なる様式で表示させる。

【0023】また、修正手段は、新たな輪郭を追加する。さらに、3 次元形状形成手段は、新たな輪郭に関する輪郭情報をも含めて 3 次元形状を形成する。

【0024】

20 【発明の実施の形態】実施の形態 1. 図 1 はこの実施の形態 1 の景観モデリング装置を示すブロック図である。図において、1 は建物等の対象物を異なる方向から撮影した少なくとも 2 枚の画像を記憶する画像記憶装置、2 は画像記憶装置 1 に記憶されている画像を撮影した時のカメラの視点位置、光軸方向、画角情報等の撮像情報を各画像に対応して記憶する撮像情報記憶装置である。

【0025】3 は対象物の水平断面の輪郭を表すポリゴンに関する情報を記憶する形状情報記憶装置、4 は画像記憶装置 1 に記憶されている画像から特徴部である特徴点を抽出する特徴部抽出装置、5 は特徴部抽出装置 4 で抽出された特徴点と撮像情報記憶装置 2 に記憶されている撮像情報とからこの特徴点の 3 次元の特徴点位置を演算する位置演算装置である。

【0026】6 は位置演算装置 5 で演算された 3 次元の特徴点位置と形状情報記憶装置 3 に記憶されている対象物のポリゴンとにより対象物の高さを設定する高さ設定装置、7 は高さ設定装置 6 で設定された対象物の高さ形状情報記憶装置 3 に記憶されている対象物のポリゴンとにより対象物の 3 次元形状を再現する 3 次元形状形成装置、8 は 3 次元形状形成装置 7 で再現される 3 次元形状を表示する表示装置である。

【0027】図 2 は撮影する対象物及びこの対象物を撮影した画像を示す図で、図 2 (a) は撮影する対象物を示した図で、図 2 (b)、(c) はこの対象物を異なる方向から撮影したときの画像である。

【0028】図において、9 は撮影する対象物、10 a は撮像装置 (図示しない) により対象物 9 を撮影したときの撮像装置の撮像地点、10 b は撮像地点 10 a とは異なる撮像地点で、この撮像地点 10 b における撮像方向が撮像地点 10 a での撮影方向とは異なる方向になる

ようにするものとする。矢印はこの撮像地点 10 a、10 b での各撮像方向を示している。11 a (11 b) は撮像地点 10 a (10 b) において対象物 9 を撮影したときの画像、12 a (12 b) は画像 11 a (11 b) 上の対象物である。

【0029】画像記憶装置 1 には、対象となる実景観を撮影した複数の画像があらかじめ記憶されているものとする。これらの画像 11 については、例えば、写真撮影された後にスキャナ入力、あるいはデジタルスチルカメラによって撮影したデータをデータ入力することにより記憶される。ここでは、画像 11 は濃淡の多値画像とする。なお、RGB で表されるカラー画像についても、RGB の各成分ごとに以下で述べる特徴点の 3 次元座標の復元処理を実行することにより適用可能である。

【0030】撮像情報記憶装置 2 には、画像撮影時のカメラの視点位置と光軸方向、画角情報等の撮像情報が記憶される。画像の視点位置と光軸方向、画角情報についてはカメラに GPS や電子ジャイロを取り付け、その出力を入力、あるいはキーボードにより撮影時の値を数値入力して記憶する。また逆に、画像に描かれた座標が既知である基準点の位置情報から計算して得てもよい。

【0031】図 3 は撮像情報記憶装置 2 に記憶されている撮像情報を示す図である。図 3 に示すように、撮像地点の 3 次元の位置座標である視点 x 座標、視点 y 座標、視点 z 座標、光軸の方位角、俯角、及び光軸まわりのねじれ、そして、画角等の情報が各画像ごとに記録されている。

【0032】形状情報記憶装置 3 には、建物等の対象物の水平断面の外周を示すポリゴンがあらかじめ記憶されているものとする。ここで、ポリゴンとは、対象物の水平断面の輪郭を表したものである。以下、説明を簡単にするため、対象物を建物として説明する。なお、対象物は特に建物に限定するものではなく、ポリゴンと高さから対象物の 3 次元形状が形成できるものであればよい。

【0033】図 4 (a) は対象となる景観に対応した地図と地図上の対象物形状を示す図である。図において、13 は対象となる景観に対応した地図、14 は地図 13 上の建物形状で、建物の水平断面の外周を示したものである。図 4 (b) は図 4 (a) に示した建物形状の情報を読み取り、これらの情報から形成されたポリゴンを示す図である。図において、15 はポリゴンで、15 a はポリゴン 15 の複数の頂点、15 b は頂点 15 a 間を結ぶ線分である。

【0034】ポリゴンについてはスキャナ入力された地図を自動読み取りしてベクトル化、あるいは地図に描かれた建物形状を対話的に手入力して記憶する。このとき、対象となる景観において平坦でない部分が存在する場合には、それぞれのポリゴンに対し、対応する建物の地点の標高データも記憶する。この値は、地図より数値

入力、あるいはすでに数値化されたデータより計算する。

【0035】図 4 (b) に示したように、ポリゴンは、xy 平面上の点列とこの点列を結ぶ線分で表される。なお、ポリゴンの形状は凸形状であるとする。もし凹部分が存在する場合には、凸の部分ポリゴンに分割して処理し、最後にそれらのうち最も高い高さをポリゴンの高さとする。

【0036】図 5 は形状情報記憶装置 3 に記憶されているポリゴンに関する情報を示す図である。図 5 に示すように、ポリゴンの頂点数、及び各ポリゴンの各頂点の x、y 座標が、x 座標値が最大となる点から、順次、反時計まわりの順に格納されている。

【0037】次に、図 1 に示した景観モデリング装置の動作について詳細に述べる。本実施の形態における景観モデリング装置では、撮影した画像を用いて再現すべき建物の高さを求め、求めた高さに基づいて都市景観を再現するものである。以下、地平面を xy 平面とし、z 軸を高さ方向にとる。

【0038】まず、特徴部抽出装置 4 において、画像記憶装置 1 に記憶されている画像 11 を用いて特徴点を抽出し、位置演算装置 5 において、この特徴点の 3 次元位置座標を求める。特徴点とは、周囲との色や明るさの違いにより、画像 11 上に角や頂点として描かれる点である。建物の上面の角は、周囲の景観との見え方の違いから特徴点となる。

【0039】ここでは、説明を簡単にするため、画像上で周囲と輝度値が変化する点を特徴点として用い、その抽出には、例えば、蔵田武志、中村裕一、大田友一著

「隠れ境界上の特徴点追跡」電子情報通信学会技術研究報告 Vol. 95, No. 470, 55~62 頁、平成 8 年発行に記された手法により行う。

【0040】これは、画像 I (i, j) の画素 (i0, j0) に対し、その近傍の領域 W を考え、その

【0041】

【数 1】

$$G = \iint_W \left( \frac{\partial I}{\partial i} \right) \left( \frac{\partial I}{\partial j} \right) w \, di \, dj$$

【0042】の固有値の小さい方が、あらかじめ定めたしきい値以上になる画素を特徴点とするものである。ただし、w は重みづけの関数である。なお、実際に特徴点を抽出する際には離散化して考え、例えば、その近傍領域 W を例えば 3×3 の領域とし、また、w を常に 1 として、

【0043】

【数 2】

$$G = \sum_{i=i_0-1}^{i_0+1} \sum_{j=j_0-1}^{j_0+1} \begin{pmatrix} I(i+1,j) - I(i,j) \\ I(i,j+1) - I(i,j) \end{pmatrix} \begin{pmatrix} I(i+1,j) - I(i,j) \\ I(i,j+1) - I(i,j) \end{pmatrix}^T$$

【0044】とする。

【0045】そして、上記のように抽出された特徴点の3次元位置座標は、位置演算装置5において、例えば2枚の画像を用い、そこに写された特徴点の画素情報と、画像を撮影した視点の位置情報等の撮像情報により三角

10 測量の原理により求める。  
【0046】次に、高さ設定装置6において、特徴点の3次元位置座標により対象となる建物自体の高さを求める。図6は対象となる建物のポリゴンの位置と特徴点の位置との関係を示した図である。図において、16は画像11から抽出された特徴点で、16aは特徴点のxy平面への射影が対象となるポリゴン内に存在しない特徴点で、三角印で表現している。16bは特徴点のxy平面への射影が対象となるポリゴン内に存在する特徴点

20 で、丸印で表現し、その中で最も(z成分が)高い特徴点を黒丸印で表現している。  
【0047】建物自体の高さを求めるには、特徴部抽出装置4で抽出され、位置演算装置5で3次元位置座標が演算された特徴点がどの建物に属するのかを判定し、対象となる建物に属する特徴点の中で最も高さ(z座標値)が高いものをその建物の高さの値とする。

【0048】ここで、特徴点がどの建物に属すかの判定は、特徴点の地平面(xy平面)への射影が、どのポリゴンの内部に入るかにより判定する。図6に示したように、特徴点のxy平面への射影が、対象となる建物のポリゴン15の内部に入る特徴点16b(図6において、丸印で示された特徴点)はその建物に属すると判定され、内部に入らない特徴点16aはこの建物の特徴点ではないとみなされる。すなわち、ポリゴン15によって示される建物上の特徴点16bは、当然、その射影がポリゴン15内に含まれ、同時に、異なるポリゴンに含まれることはない。なお、特徴点がポリゴン内部に入るか否かは特徴点のxy座標とポリゴンの座標とを比較することにより判定される。

【0049】また、このとき、最も高い特徴点の高さ(z成分)の値を建物の高さとする。これは、建物の壁面においても特徴点が発生する可能性があるためである。このように高さを設定すると、屋上の設置物により高さが一定でない場合でも、マイクロ波の見通し判定を行うようなときには、最も高い地点の高さを想定でき

て、実際には見通しがきかないのに、見通せると誤って判定してしまうことがなく、正しい景観を実現できる。  
【0050】このように、高さ設定装置6において建物の高さが設定されると、3次元形状形成装置7において、形状情報記憶装置3に記憶されている建物のポリゴ

ンを底辺とし、上記設定された高さの値を高さとする多角柱を形成し、これらを表示装置8のディスプレイモニタ上に描画する。

【0051】さらに正確な景観モデリングを実現させるには、多角柱の底面が、その多角柱が存在する地点の標高データ(建物が建っている地点の標高を予め求めたもの)で与えられる標高高度に置かれるように描画させると良い。

【0052】本実施の形態では、対象物の3次元形状を多角柱で表しているが、これは特に限定するものではなく、対象物が曲面形状な時には、円柱あるいは角柱と円柱との組み合わせにより対象物の3次元形状を表現してもよい。

【0053】図7はこの実施の形態の動作を示すフローチャートである。ステップST1では、特徴部抽出装置4により画像記憶装置1に記憶されている各画像の特徴部を抽出し、位置演算装置5により、抽出された画像の特徴点の3次元位置を演算する。これは、例えば、2枚の画像の特徴点間の対応付けによる三角測量の原理によって行う。その詳細を図8のフローチャートに示す。

【0054】図8は図7に示したステップST1での動作を説明するためのフローチャートである。ステップST21では、変数Nを0に初期化する。ステップST22では、未処理の画像が存在するか否かを判定し、存在すればステップST23へ、そうでなければ(すべての画像について処理を終了していれば)、ステップST1を終了する。ステップST23では、照合する2枚の画像を選択する。これは例えば、撮影順で未処理の2枚の画像とする。ステップST24では、選択された各画像について、その画像の特徴点の抽出を行う。

【0055】ステップST25では、2枚の画像の特徴点に対し、空間中の同一特徴点を表すものを対応付ける。これは、例えば、特徴点近傍の画素パターンの類似度を計算し、それがよく一致するものを対応付ける。類似度の計算は、例えば、近傍の3×3の領域内の各画素値の差をとってその二乗和を求め、この値が予め定められたしきい値より小さいほど良く一致するものとする。このようにして対応付けられた特徴点の組数をMとする。

【0056】なお、このとき、画像を撮影するときの視点の位置により、対応点の存在位置は、一方の視線の他方への投影であるエピポーラ直線上に制限されるので、そのエピポーラ直線の近傍に対応点の探索範囲を狭めることで、処理の高速化を図ることもできる。

【0057】ステップST26では、変数nを1に初期

化する。ステップST27では、ステップST25で対応づけられた各特徴点のn番目の特徴点組から、その特徴点の3次元位置座標を求める。これは以下を行う。

【0058】図9は特徴点の3次元位置座標の演算方法を説明するための図である。図において、10は撮像装置により画像11を撮影したときの撮像装置の撮像地点（以下、視点と呼ぶこともある）、11は撮像地点10において撮影した画像、17は画像11上の特徴点、18は視点10から特徴点17を見る視線ベクトル、19は画像11の光軸ベクトル、20は実際の建物上の特徴点に対応する位置、20aは対になる他方の画像の視線ベクトルの射影による画像上のエピポーラ直線である。

$$v = \begin{pmatrix} \cos \alpha & -\sin \alpha & 0 \\ \sin \alpha & \cos \alpha & 0 \\ 0 & 0 & 1 \end{pmatrix} \begin{pmatrix} \cos \beta & 0 & \sin \beta \\ 0 & 1 & 0 \\ -\sin \beta & 0 & \cos \beta \end{pmatrix} \begin{pmatrix} 1 & 0 & 0 \\ 0 & \cos \gamma & \sin \gamma \\ 0 & -\sin \gamma & \cos \gamma \end{pmatrix} \begin{pmatrix} f \\ -i + \frac{Nx}{2} \\ j - \frac{Ny}{2} \end{pmatrix}$$

【0061】で表される。これは、視点10を原点O'とし、x'軸を光軸ベクトル19の方向に、y'軸を画像11のi軸と平行に逆方向に、z'軸をj軸方向にとるカメラ座標系を定義し、このカメラ座標系にて表した視線18、すなわち、視点10（原点O'）から特徴画素17に向かうベクトル（f, -i + Nx/2, j - Ny/2）を、絶対座標系に変換して得るものである。なお、焦点距離fは、画像11の水平方向の画角をφとすると、

$$【0062】 f = (Nx) / \{2 \tan (\phi / 2)\}$$

【0063】で得られる。図9（b）に示すように。画像11a中の画素I（i, j）と、他のもう一枚の画像11b中の画素I'（i', j'）がともに特徴画素であり、かつ対応付けられているならば、これらの画像中の特徴点17に対応する実際の建物の位置t（特徴点の3次元位置）は、両者の視線18であるv, v'の延長上にあるので、

$$【0064】 t = a \cdot v + q$$

$$t = a' \cdot v' + q'$$

【0065】と表現される。ここで、aおよびa'はスカラのパラメータである。これよりa及びa'を計算し、特徴点17の3次元位置tを求める。そして、以上のようにして得られた特徴点17の3次元座標を配列に格納する。例えば、n番目の特徴点のx, y, z座標をそれぞれX[N+n], Y[N+n], Z[N+n]に格納する。

【0066】ステップST28では、nに1加算する。ステップST29では、nがM以下かどうかを判定し、M以下ならステップST27に、そうでなければステップST30に進む。ステップST30では、特徴点数を示す変数NにMを加算する。そして、ステップST22に戻る。

【0059】図9（a）に示すように、画像の視点10をq（qx, qy, qz）、光軸ベクトル19をu（cos α cos β, sin α cos β, -sin β）とする。αは光軸ベクトル19の方位角（光軸ベクトル19のxy平面への射影の方向）、βは光軸ベクトル19のxy平面に対する俯角（水平から見下ろす角度）である。また、画像11の光軸まわりのねじれ（反時計まわりにとる）をγとし、画像サイズをNx×Ny、焦点距離をfとすると、画像11中の画素I（i, j）を見る視線18のベクトルvは、

$$【0060】$$

$$【数3】$$

【0067】続いて、図7に示したステップST2～ステップST11において高さ設定装置6により、建物の高さを求める。ステップST2では、ポリゴン数を示す変数Kを形状情報記憶装置3から読み出し、変数kを1に初期化する。ステップST3では、建物の高さを示す変数hを0に初期化し、特徴点を示す変数nを1に初期化する。ステップST4では、n番目の特徴点が、k番目の建物の点かどうかを判定する。これは、n番目の特徴点の地平面（xy平面）への射影がk番目のポリゴン内部または辺上にあるかどうかを判定することにより行う。この詳細を図10のフローチャートにより説明する。

【0068】図10は図7に示したステップST4での動作を説明するためのフローチャートである。ここで、形状情報記憶装置3には、図5に示したように、k番目のポリゴンの頂点数がP[k]に、各ポリゴンの各頂点のx, y座標がすべて配列Xp, Ypに順に格納されている。なお、Xp[k][p], Yp[k][p]はk番目のポリゴンのp番目の頂点の座標を示すものである。ただし、便宜上、Xp[k][P[k]+1], Yp[k][P[k]+1]にもXp[k][1], Yp[k][1]を格納する。

【0069】ステップST41では、変数pを1に初期化する。ステップST42では、特徴点のxy平面への射影がk番目のポリゴンのp番目の頂点を起点としp+1番目の頂点に向かう辺ベクトルの左右どちらにあるかを判定する。これは、

$$【0070】 D = (Xp[k][p+1] - X[n]) (Yp[k][p] - Y[n]) - (Xp[k][p] - X[n]) (Yp[k][p+1] - Y[n])$$

【0071】により判定する。この値Dが負となれば、

50 右側となる。これは、図4（b）に示したように、ポリ



ゴンは凸形状で頂点 15 a 列が反時計まわりになるように格納されているので、値 D が負であれば、x y 平面への射影はポリゴン 15 の外側にあることを示す。したがって、値 D が負である場合には、n 番目の特徴点は k 番目のポリゴンに対応する建物の点ではない、すなわち、k 番目の建物の点ではないと判定することになり、ステップ S T 4 へ戻り、ステップ S T 7 に進む。そうでない場合、この値が正または 0 であればステップ S T 4 3 に進み、p に 1 加算する。

【0072】ステップ S T 4 4 では、p が P [k] 以下か否かを判定し、P [k] 以下であれば、ステップ S T 4 2 に戻り、そうでなければ、n 番目の特徴点は k 番目のポリゴンに対応する建物の点であると判定し、戻る。

【0073】ステップ S T 5 では、n 番目の特徴点の z 座標、すなわち、高さを h と比較し、h より大きければ、ステップ S T 6 で h をその値に更新する。このように、より高い特徴点の値により建物の高さを設定するようにしていく。ステップ S T 7 では、n に 1 加算する。

【0074】ステップ S T 8 では、n が N 以下か否かを判定し、N 以下であればステップ S T 4 に戻り、そうでなければステップ S T 9 に進む。ステップ S T 9 では、k 番目の建物の高さ H [k] を h とする。ステップ S T 10 では、k に 1 加算する。ステップ S T 11 では、k が K 以下か否かを判定し、K 以下であればステップ S T 3 に戻り、そうでなければステップ S T 12 に進む。以上のようにして、建物の高さを決定する。

【0075】ステップ S T 12 では、3 次元形状形成装置 7 により、建物を多角柱である建物形状によって表現し、景観を表示装置 8 に描画する。なお、ここで得られる高さ H [k] は、建物の最高点の標高を示している。各建物について、それが建設されている地点の標高データが配列 B [k] に得られているならば、ポリゴンを底面とし、高さ H [k] - B [k] の多角柱を建物形状とし、これを、その底面が z = B [k] になるように設置、描画する。この場合、標高データ B [k] の精度がよくなると、建物の上面の高さは正確に H [k] となるため、描画される景観も実際と合致したものになる。

【0076】本実施の形態では、撮像した画像の特徴点とポリゴンとから対象物の高さを設定するようにしているので、建物などの対象物の形状の高さを正確に求めることができ、対象物の形状を正確に復元できるとともに、画像の特徴点のみに的を絞って対象物の高さを求めているので、建物など物体の形状を詳細に復元する場合に比べて格段に容易に復元することができる。

【0077】実施の形態 2. 本実施の形態では、実施の形態 1 で画像の特徴点から対象物の高さを求めているのに対し、画像の特徴線分から対象物の高さを求めるようにしたものである。

【0078】図 11 はこの実施の形態 2 の景観モデリング装置を示すブロック図である。図において、21 は画

像記憶装置 1 に記憶されている画像から特徴線分であるエッジを抽出する特徴部抽出装置、22 は撮像情報記憶装置 2 に記憶されている撮像情報を用いて特徴部抽出装置 21 で抽出されたエッジの 3 次元エッジ位置を演算する位置演算装置、23 は位置演算装置 22 で演算された 3 次元エッジ位置と形状情報記憶装置 3 に記憶されている形状情報に基づいて対象物の高さを設定する高さ設定装置である。その他は、実施の形態 1 で説明したものと同様であるので説明は省略する。

【0079】建物自体の高さを求めるには、特徴部抽出装置 21 で抽出され、位置演算装置 22 で 3 次元位置座標が演算されたエッジがどの建物に属するのかを判定し、対象となる建物に属するエッジの中で最も高さ (z 座標値) が高いものをその建物の高さの値とする。

【0080】高さ設定装置 23 において、エッジの 3 次元位置座標により対象となる建物自体の高さを求める。図 12 は対象となる対象物のポリゴンの位置とエッジの位置との関係を示した図である。図において、24 は画像から抽出されたエッジで、24 a はエッジの x y 平面への射影が対象となるポリゴン内に存在しないエッジで、点線で表現している。24 b はエッジの x y 平面への射影が対象となるポリゴン内に存在するエッジで、実線で表現している。

【0081】建物自体の高さを求めるには、図 12 に示すように、画像を用いて建物上のエッジ 24 の 3 次元位置座標を求め、その高さ (z 座標値) により建物自体の高さを求める。エッジとは、周囲との色や明るさの違いにより、画像上に縁として描かれる線分要素である。例えば、建物の上面の辺は、周囲の景観との見え方の違いからエッジとなる。

【0082】エッジがどの建物に属すかの判定は、実施の形態 1 と同様に考えて、エッジの地平面 (x y 平面) への射影が、どのポリゴン 15 の内部に入るかで判定する。図 12 に示したように、ポリゴン 15 に対する建物上のエッジは、その射影がポリゴン 15 内に含まれ、同時に、異なるポリゴンに含まれることはない。また、このとき、最も高いエッジをもって建物の高さとする。

【0083】図 13 はこの実施の形態 2 の動作を示すフローチャートである。ステップ S T 101、及びステップ S T 104 ~ ステップ S T 106 以外のステップは実施の形態 1 の図 7 に示したステップと同様であるので説明は省略する。

【0084】ステップ S T 101 では、特徴部抽出装置 21 により各画像のエッジを抽出し、位置演算装置 22 により、この抽出された各画像のエッジの 3 次元位置を演算する。これも、例えば、ステレオマッチング法による。その詳細を図 14 のフローチャートに示す。

【0085】図 14 は図 13 に示したステップ S T 101 の動作を説明するフローチャートである。図 14 に示したフローチャートは図 8 に示したフローチャートとス

ステップST124、ステップST125、ステップST127が異なるのみで、他のステップは同様であるので、説明は省略する。

【0086】ステップST124では、各画像について、その画像のエッジの抽出を行う。ここでいうエッジとは、画像上において周囲と輝度値が大きく異なる線分領域のことを意味する。このエッジの抽出には、例えば、江尻正員著「工業用画像処理」昭晃堂、昭和63年発行に示されたラプラシアンフィルタを作用させる。その出力のゼロ交差位置がエッジを表すからこれを追跡し、線分に折れ線近似する。この近似線分の中で長さが予め定めたしきい値を超える線分をエッジとして抽出する。

【0087】ステップST125では、2枚の画像の各々の画像のエッジに対し、同一エッジに対応するものを対応付ける。これは、例えば、エッジ近傍の画素パターンの類似度を計算し、それがよく一致する場合に対応付ける。類似度の計算は、例えば、双方のエッジの両端点について、近傍の各画素値の差をとってその二乗和を求め、この値があらかじめ定めたしきい値より小さい場合によく一致するとする。対応付けられたエッジの組数をMとする。

【0088】ステップST127では、組数がn番目のエッジの対応から、そのエッジの3次元位置座標を求める。これは、そのエッジの両端の点の3次元位置を求め、その点を両端点とする線分とする。両端点の位置を求める手法は、実施の形態1に示したものと同一である。このようにして得られた3次元のエッジの座標を配列に格納する。n番目のエッジの始点のx, y, z座標をそれぞれSX[N+n], SY[N+n], SZ[N+n]、終点のx, y, z座標をそれぞれEX[N+n], EY[N+n], EZ[N+n]に格納する。

【0089】図13に示したステップST104では、n番目のエッジが、k番目の建物によるエッジか否かを判定する。これは、n番目のエッジの地平面(xy平面)への射影がk番目のポリゴンの内部または辺上にあるかどうかを判定することにより行う。これは射影の両端点がともにポリゴンの内部または辺上であれば、射影も内部または辺上と判定する。この詳細を図15のフローチャートにより説明する。

【0090】図15は図13に示したステップST104の動作を説明するフローチャートである。ステップ142以外は実施の形態1の図10に示したものと同様であるので、その他の説明は省略する。

【0091】ステップST142では、射影の両端点がk番目のポリゴンのp番目の頂点からp+1番目の頂点に向けてみて左右どちらにあるかを判定する。これは、実施の形態1の判定方法と同様に、

$$【0092】Ds = (Xp[k][p+1] - XS[n]) (Yp[k][p] - YS[n]) - (Xp$$

$$[k][p] - XS[n]) (Yp[k][p+1] - YS[n])$$

$$De = (Xp[k][p+1] - XE[n]) (Yp[k][p] - YE[n]) - (Xp[k][p] - XE[n]) (Yp[k][p+1] - YE[n])$$

【0093】により判定する。この値DsとDeのどちらか一方でも負となれば、対応する端点は右側となり、エッジは対象となる建物のエッジではないと判定する。

【0094】図13に示したステップST105では、n番目のエッジの両端点についてz座標、すなわち、高さをhと比較し、少なくとも一方がhより大きければ、ステップST106でその大きい方の値にhを更新する。すなわち、より高いエッジの高さを建物の高さとして設定するようにしていく。

【0095】本実施の形態では、エッジを用いて対象物の高さを設定し、景観を生成するようにしているので、特徴点により景観を生成する場合に比べ、画像上のノイズの影響を受けにくく、安定して正しい景観を得ることができる。

【0096】実施の形態3. 本実施の形態では、実施の形態1では画像の特徴点、実施の形態2では特徴線分から対象物の高さを求めているのに対し、画像の特徴領域から対象物の高さを求めるようにしたものである。

【0097】図16はこの実施の形態3の景観モデリング装置を示すブロック図である。図において、31は画像記憶装置1に記憶されている画像から特徴領域を抽出する特徴部抽出装置、32は撮像情報記憶装置2に記憶されている撮像情報を用いて特徴部抽出装置31で抽出された特徴領域の3次元領域位置を演算する位置演算装置、33は位置演算装置32で演算された3次元領域位置と形状情報記憶装置3に記憶されている形状情報に基づいて対象物の高さを設定する高さ設定装置である。その他は、実施の形態1で説明したものと同様であるので説明は省略する。

【0098】対象物の建物自体の高さを求めるには、特徴部抽出装置31で抽出され位置演算装置32で3次元位置座標が演算された領域がどの建物に属するのかを判定し、対象となる建物に属する領域の中で最も高さ(z座標値)が高いものをその建物の高さの値とする。

【0099】高さ設定装置33において、領域の3次元位置座標により対象となる建物自体の高さを求める。図17は対象となる建物のポリゴンの位置と特徴領域の位置との関係を示した図である。図において、34は画像から抽出された特徴領域で、34aはポリゴン15の建物に属する特徴領域、34bはポリゴン15の建物に属さない特徴領域、35aは特徴領域34aの重心、35bは特徴領域34bの重心である。

【0100】建物自体の高さを求めるには、図17に示すように、画像を用いて建物上の特徴領域34の3次元位置座標を求め、その高さ(z座標値)により建物自体

の高さを求める。特徴領域とは、周囲との色や明るさの違いにより、画像上に領域として描かれる領域要素である。例えば、建物の面は、周囲の景観に比べると、ほぼ同様の色や明るさの領域となるから領域となる。

【0101】特徴領域がどの建物に属すかの判定は、実施の形態1と同様に考えて、特徴領域の重心を求め、この重心の地平面（ $x-y$ 平面）への射影が、どのポリゴン15の内部に入るかで判定する。図17に示したように、特徴領域の重心の $x-y$ 平面への射影が、建物のポリゴン15の内部に入る領域34aをポリゴン14の建物に属すると判定し、内部に入らない領域34bはこの建物の領域ではないとみなす。そして、この建物に属する領域の中で最も高い領域の高さ（ $z$ 成分）をもって建物の高さとする。

【0102】本実施の形態では、領域の重心の $x-y$ 平面への射影がポリゴンの内部にあるか否かで領域がどの建物に属するものかを判定しているが、これは特に限定するものではなく、例えば、領域の周辺の $x-y$ 平面への射影がポリゴンの内部にあるか否かで領域がどの建物に属するかを判定してもよい。

【0103】本実施の形態では、領域を用いて対象物の高さを設定し、景観を生成するようにしているので、特徴点やエッジを抽出するのに比べて容易に特徴部を抽出することができ、安定して正しい景観を得ることができる。

【0104】実施の形態4. 本実施の形態は、実施の形態1～3で求めた高さに基づいて再現された対象物の3次元形状である建物形状をディスプレイに撮像画像と重ねて表示し、再現された建物形状の高さが適切でない場合には、この建物形状の高さを修正するものである。

【0105】図18はこの実施の形態4の景観モデリング装置を示すブロック図である。図において、41は例えば実施の形態1～3で示したようにして求めた3次元形状を形成するのに必要なポリゴンや高さ等の建物形状情報を記憶する形状情報記憶装置、42は撮像情報記憶装置2に記憶されている撮像情報により視点を一致させて、画像記憶手段1に記憶されている画像を表示させるとともに、形状情報記憶装置41に記憶されている情報より形成される3次元形状を再現する3次元形状形成装置、43は3次元形状形成装置42で形成される3次元形状と画像とを表示する表示装置である。

【0106】44はマウスまたはキーボード等により構成される入力装置、45は入力装置からの入力情報に基づいて対象物の3次元形状の高さを調節する高さ調整装置である。その他は、実施の形態1で説明したものと同様であるので説明は省略する。

【0107】次に、図18に示した景観モデリング装置の動作について説明する。図19はこの実施の形態4の景観モデリング装置の動作を説明する説明図である。図において、46は表示装置43のディスプレイ上に表示

された景観、47はディスプレイ上に表示された画像で、画像記憶装置1に記憶されている画像を表示したものである。47aは画像上の建物、47bは画像上の山、47cは画像上の道路である。48はディスプレイ上に表示された対象物である建物の3次元形状、49はカーソルである。

【0108】この実施の形態4では、得られた3次元形状の高さが正しくない場合に、この3次元形状の高さが撮像画像上の対象物の高さになるように、画像上の対象物と得られた対象物の3次元形状とを照合し、この3次元形状の高さの値を対話的に調整するようにする。

【0109】図19(a)に示すように、表示装置43により、撮像情報記憶手段2に記憶されている撮像情報に基づいて画像の視点と3次元形状の視点とが一致するようにして、画像記憶装置1に記憶されている画像と対象物の3次元形状とを重ねて表示させる。このとき、画像上の対象物と対象物の3次元形状との区別が容易になるように、画像上に描かれた対象物に対して、明白に区別できるような色や太さをもつ実線あるいは点線で対象物の3次元形状を表示する。

【0110】ユーザーはこのように表示された照合結果を確認しながら、例えば、表示装置43に表示されているマウスのカーソル49により、高さの調整が必要な3次元形状を選択する。このとき、画像上の選択された3次元形状と他の3次元形状との区別が容易になるように、明白に区別できるような色や太さをもつ実線あるいは点線で選択された3次元形状を表示するものとする。そして、図19(b)に示すように選択された3次元形状の高さをマウスまたは数値入力等により適切な高さに調整する。

【0111】図20はこの実施の形態4の動作を示すフローチャートである。ステップST300は、実施の形態1の図7で示したフローチャートのステップST1～ステップST11までの動作を行う。ただし、得られた3次元形状の情報は形状情報記憶装置41に記憶されるものとする。

【0112】ステップST301では、選択された建物を示す変数 $k$ を1に初期化する。ステップST302では、画像の視点位置と光軸方向及び焦点距離に合わせて3次元形状を画像に重ね書きし、その結果を表示装置43におけるディスプレイ上に描画する。このとき、3次元形状は、例えばその多角柱を表す辺により表現する。つまり、3次元形状を、ポリゴンの各頂点とそれに高さ $H[k]$ を与えた頂点の座標を、画像の視点位置と光軸方向および焦点距離に合わせて透視変換し、それらを辺で結ぶことによって描画する。また、選択された建物である $k$ 番目の建物の建物形状は、その他の建物形状から見分けられるように、異なる色で、あるいは辺を太く描画する。

【0113】以下のステップでは、高さ調整装置45に

より、建物の高さを調整する動作を説明するものである。ステップ S T 3 0 3 では、処理を続行するかどうかを判定し、続行しないならば終了する。ここでの判定は、例えば終了のときに、マウスやキーボードなどの入力装置 4 4 により、特定の入力を与えることによって行う。

【0 1 1 4】ステップ S T 3 0 4 では、建物の選択を変更する入力があるかどうかを判定する。この変更も、マウスやキーボードなどの入力装置 4 4 により、特定の操作を与えることによって行う。例えば、対応するポリゴンの番号を入力したり、あるいはマウスで画面上に描かれたカーソル 4 9 を指定する 3 次元形状 4 8 上に移動させ、マウスのボタン入力によって、3 次元形状 4 8 の番号を得るというように行う。変更入力がある場合は、ステップ S T 3 0 5 において、変数 k を新たに選択された建物を示す番号に変更する。

【0 1 1 5】ステップ S T 3 0 6 では、選択された 3 次元形状 4 8 の高さを変更する入力があるか否かを判定する。これも、マウスやキーボードなどの入力装置 4 4 により、特定の操作を与えることによって行う。例えば、キーボードの特定のキーに高さの増加を対応させ、別のキーに減少を対応させ、そのキーが押されている場合、高さの値を一定値ずつ増加あるいは減少させるというように構成する。

【0 1 1 6】また、高さの値を直接数値入力してもよい。入力がある場合は、ステップ S T 3 0 7 において選択された k 番目の建物の高さの値 H [k] を変更し、ステップ S T 3 0 2 で新たに描画を行う。入力がない場合は、景観に変更がないため、描画は行わずにステップ S T 3 0 3 に進む。

【0 1 1 7】本実施の形態では、3 次元形状を形成して描画された景観の中から高さが適切でない 3 次元形状を選択し、その高さを調節するようにしたので、一度求めた 3 次元形状をさらに改善することができ、より適切な 3 次元形状を得ることができる。さらに、画像との対応を確認しながら 3 次元形状の高さを調整できるので、より的確な 3 次元形状（建物）の再現が可能になる。

【0 1 1 8】実施の形態 5. 本実施の形態は、実施の形態 1 ~ 3 で求めた高さに基づいて再現された対象物の 3 次元形状である建物形状をディスプレイに撮像画像と重ねて表示し、再現された建物形状の形状（ポリゴン）が適切でない場合には、この建物形状のポリゴンを修正するものである。

【0 1 1 9】図 2 1 はこの実施の形態 5 の景観モデリング装置を示すブロック図である。図において、5 1 は地図を記憶する地図記憶装置、5 2 は地図記憶装置 5 1 に記憶されている地図と形状情報記憶装置 4 1 に記憶されているポリゴンとを描画する地図描画装置、5 3 は地図描画装置 5 2 により描画される地図及びポリゴンと 3 次元形状形成装置 4 2 により描画される 3 次元形状及び画

像とを表示する表示装置、5 4 は入力装置 4 4 からの入力情報に基づいて 3 次元形状のポリゴンの位置や形状を修正する形状調整装置である。その他は、実施の形態 4 で説明したものと同様であるので説明は省略する。

【0 1 2 0】本実施の形態 5 では、例えば、地図上に示されている建物形状がその建物自身の形状ではなく庭等建物自身以外を含む敷地を表すデータとして示されている場合等、形状情報記憶装置 4 1 に記憶されているポリゴンが正しいものではない場合に、3 次元形状である建物形状のポリゴンが撮像画像上の対象物のポリゴンとなるように、建物形状のポリゴンの位置や形状を対話的に調整するようにしたものである。

【0 1 2 1】なお、景観を撮影した画像が画像記憶装置 1 に、画像撮影時の視点位置、光軸方向、画角等の撮像情報が撮像情報記憶装置 2 に、地図が地図記憶装置 5 1 にそれぞれ記憶され、さらに、建物を表すポリゴンとその高さが形状情報記憶装置 4 1 に記憶されているとする。また、画像は濃淡画像でもカラー画像でもよく、形状記憶装置 4 1 に記憶される建物の高さについては、例えば、実施の形態 1 ~ 3 で示した方法で得ることができる。

【0 1 2 2】次に、図 2 1 に示した景観モデリング装置の動作を図 2 2 に示すフローチャートにより説明する。図 2 2 はこの実施の形態 5 の動作を説明するためのフローチャートである。図 2 3 は表示装置 5 3 により表示される景観（3 次元形状を含む）及び地図（ポリゴンを含む）を示した図である。図において、5 5 は景観（3 次元形状を含む）表示部 5 5 a 及び地図（ポリゴンを含む）表示部 5 5 b からなる表示装置 5 3 のディスプレイ上の表示部、5 6 はディスプレイ上の地図表示部 5 5 b に表示されている選択されたポリゴンである。その他は実施の形態 4 の図 1 9 で説明したものと同様であるので説明は省略する。

【0 1 2 3】図 2 2 に示したステップ S T 4 0 1 では、図 2 3 に示したように、3 次元形状形成装置 4 2 により、建物の 3 次元形状 4 8（以下、建物形状と呼ぶこともある）を重ね書きした画像 4 7 をディスプレイモニタの景観表示部 5 5 a に描画する。この際、建物形状 4 8 は、その視点位置と光軸方向および焦点距離を画像 4 7 のものに合わせて描画する。

【0 1 2 4】また、地図描画装置 5 2 により、ポリゴン 5 6 をその対象となる建物の位置に合わせて地図とともにディスプレイモニタの地図表示部 5 5 b に描画する。このとき、建物形状 4 8 は、その多角柱を表す辺により表現し、ポリゴン 5 6 もその辺により表現する。図 2 3 では、建物形状 4 8 とポリゴン 5 6 を太線等で表し、画像上の建物 4 7 a、山 4 7 b、道路 4 7 c または地図上のポリゴンと区別できるような様式で表現している。また、3 次元形状 4 8 に、陰面陰線消去の処理を施して描画している。

【0125】以下に示すステップは、形状調整装置54によりポリゴンの位置、形状を変更するときの動作を説明するものである。ステップST402では、処理を続行するか否かを判定し、そうでなければ終了する。ここでの判定は、例えば、描画表示部55aに表示されている画像上の建物形状と求められた3次元形状の建物形状との形状が異なる、すなわち、画像上の建物形状の底辺と求められた3次元形状のポリゴンとが異なる場合に、ポリゴンの修正が必要と判定し、続行させ、逆に終了のときには、マウスやキーボードなどの入力装置44により、特定の入力を与えることによって行う。

【0126】ステップST403では、ポリゴン56の頂点の位置を修正する入力があるか否かを判定する。これは以下のようにする。入力装置44によりディスプレイモニタ上に描かれたカーソル49を、地図表示部55b上に示された修正するポリゴン56の一頂点上に移動させ、ボタン入力によりその頂点を指定する。この入力があった場合、修正入力があると判定する。

【0127】ステップST404では、選択されたポリゴン56上の頂点の座標を、カーソル49の位置によって示される地図上の座標に変更する。ステップST405では、ステップST401と同様の動作で、ポリゴン56を重ね書きした地図と、建物形状48を重ね書きした画像47をディスプレイ46に描画する。このとき、選択された頂点がその他の頂点から見分けられるように、建物形状48の描画においては、建物形状48中、頂点を垂直に伸ばした辺を異なる色で描画する。また、ポリゴン56においても、頂点を異なる色で表示する。

【0128】ステップST406では、位置の修正処理が終了したか否かを判定し、そうであればステップST401に進む。これは、入力装置44によるボタン入力またはキー入力によって終了を指示する。このように、ステップST405で描画される景観と地図で建物形状48を確認しながら、ステップST404でその頂点の位置を変更していく。

【0129】図24はポリゴンの頂点の位置を修正するときの動作を説明するための図で、図24(a)は修正前の状態を示した図で、図24(b)は修正後の状態を示した図である。図において、48aは頂点56bに対応し建物形状48を構成する辺、56aはディスプレイ上に表示されている地図表示部55b上における選択されたポリゴンで、56bはポリゴン56aを構成する頂点である。その他は、図23で説明したものと同様であるので説明は省略する。

【0130】このように、例えば、ステップST401において、図24(a)に示したような景観が描画された場合には、図24(a)に示した建物形状48に対するポリゴン56aの頂点56bを地図上で移動させ、ポリゴンの形状を適切な形状に変更する。この変更により、頂点56bに対応する辺48aの位置も変更され、

図24(b)に示す適切な建物形状に修正される。

【0131】ここでは、1つの頂点の位置を移動するようにしているが、これは特に限定するものではなく、全ての頂点を移動させてもよい。例えば、ポリゴンの全ての頂点を同じ方向に同じ距離だけ移動させると、ポリゴンの形状は維持されたまま、ポリゴン自体を移動させることができる。従って、ある建物のポリゴンの位置のみが異なっている場合でも、正しいポリゴンの位置に修正することができる。

10 【0132】次に、ステップST403において、ポリゴン56の頂点の位置を修正する入力がないければ、ステップST407へ進む。ステップST407では、ポリゴンの頂点を追加する入力があるか否かを判定する。これは以下のように実行する。入力装置44によりディスプレイモニタ上に描かれたカーソル49を、地図表示部55b上に示された頂点を追加するポリゴン56の一边上に移動させ、ボタンまたはキー入力によりその頂点を指定する。この入力があった場合、追加入力があると判定する。ただし、この場合のボタンまたはキー入力は、

20 ステップST403で用いるボタンまたはキーとは異なるものを割り当てる。

【0133】ステップST408では、選択された辺上に新たにポリゴン56の頂点を追加する。このとき、ポリゴン56の頂点数を1増加し、x座標値最大のものを先頭に、反時計まわりに格納されるように配列を再構成する。そして、この追加された頂点を選択された頂点とみてステップST404に進む。以下、ステップST404以下は上記説明したものと同様であるので説明は省略する。

30 【0134】図25はポリゴンの形状を修正(頂点を追加)するときの動作を説明するための図で、図25

(a)は修正前の状態を示した図で、図25(b)は修正後の状態を示した図である。図において、48aは頂点56bに対応し建物形状48を構成する辺、56aはディスプレイ上に表示されている地図表示部55b上における選択されたポリゴンで、56bはポリゴン56aを構成する頂点、56cはポリゴン56aを構成する辺である。その他は、図24で説明したものと同様であるので説明は省略する。

40 【0135】このように、例えば、ステップST401において、図25(a)に示したような景観が描画された場合には、図25(a)に示したように、ポリゴン56aの辺56cに頂点56bを追加し、その位置を地図上で移動させることにより、頂点56bに対応する辺48aを正しい位置に追加し、図25(b)に示す形状に変更していく。

【0136】次に、ステップST407において、ポリゴンの頂点を追加する入力がないければ、ステップST409へ進む。ステップST409では、ポリゴンの頂点を削除する入力があるか否かを判定する。これは以下の

ように実行する。入力装置 4 4 によりディスプレイモニタ上に描かれたカーソル 4 9 を、地図表示部 5 5 b 上に示された削除する頂点上に移動させ、ボタンまたはキー入力によりその頂点を指定する。この入力があった場合、削除入力があると判定する。ただし、この場合のボタンまたはキー入力は、ステップ S T 4 0 3 及びステップ S T 4 0 7 で用いるボタンまたはキーとは異なるものを割り当てる。

【0 1 3 7】ステップ S T 4 1 0 では、ステップ S T 4 0 5 と同様に、選択された頂点とそれによる辺に異なる色を用いて、景観と地図を描画する。ステップ S T 4 1 1 では、削除の確認を行い、ステップ S T 4 1 2 で選択された頂点を削除する。このとき、ポリゴン 5 6 a の頂点数を 1 減少させ、x 座標値最大のものを先頭に、反時計まわりに格納されるように配列を再構成する。

【0 1 3 8】図 2 6 はポリゴンの形状を修正（頂点を削除）するときの動作を説明するための図で、図 2 6

(a) は修正前の状態を示した図で、図 2 6 (b) は修正後の状態を示した図である。図において、4 8 a は頂点 5 6 b に対応し建物形状 4 8 を構成する辺、5 6 a はディスプレイ上に表示されている地図表示部 5 5 b 上における選択されたポリゴンで、5 6 b はポリゴン 5 6 a を構成する頂点である。その他は、図 2 4 で説明したものと同様であるので説明は省略する。

【0 1 3 9】このように、例えば、ステップ S T 4 1 0 において、図 2 6 (a) に示したような景観が描画された場合には、図 2 6 (a) に示したように、ポリゴン 5 6 a の削除する頂点 5 6 b を選択し、その頂点 5 6 b を削除することにより、頂点 5 6 b に対応する辺 4 8 a を削除し、図 2 6 (b) に示す形状に変更していく。

【0 1 4 0】本実施の形態では、形状調整装置においてポリゴンの位置、形状を調整するようにしているが、この形状調整装置に記憶されている 3 次元形状の高さの値をも調整するようにすれば、3 次元形状をより正確に再現させることができる。

【0 1 4 1】本実施の形態では、景観を撮像した画像と 3 次元形状との照合結果を確認しながら、その輪郭であるポリゴンの頂点の位置を調整するので、ポリゴンの位置や形状を調整することができ、正確な 3 次元形状を形成することが可能になる。

【0 1 4 2】また、景観を撮像した画像と 3 次元形状との照合結果を確認しながら、その輪郭であるポリゴンに頂点を追加するので、ポリゴンの形状を変更することができ、正確な 3 次元形状を形成することが可能になる。また、景観を撮像した画像と 3 次元形状との照合結果を確認しながら、その輪郭であるポリゴンの頂点を削除するので、ポリゴンの形状を変更することができ、正確な 3 次元形状を形成することが可能になる。

【0 1 4 3】この際、地図上でポリゴンの指定と調整を行うことにより、ポリゴンどうしが重ならないため、容

易に目的のポリゴンと頂点を指定でき、また、地図上に示された道路などの他のものとの位置関係から直感的に正しいポリゴンを得、容易に 3 次元形状を修正することができる。また、3 次元形状を随時修正して画像上に描画するため、容易に正確な 3 次元形状を得ることができる。

【0 1 4 4】実施の形態 6. 図 2 7 はこの実施の形態 6 の景観モデリング装置を示すブロック図である。図において、6 1 は建物形状を追加する形状追加装置である。10 その他は実施の形態 5 で説明したものと同様であるので説明は省略する。

【0 1 4 5】図 2 8 は本実施の形態 6 の動作を説明するための説明図である。図において、6 2 は建物の突起部分、6 2 a はポリゴン 6 3 に高さの値を与えて得られる建物突起形状、6 3 は追加された建物の突起部の輪郭形状を示すポリゴン、6 3 a はポリゴン 6 3 の頂点である。

【0 1 4 6】本実施の形態 6 では、建物の建物形状を対話的に調整するように構成する。建物の形状は、ポリゴンに高さ値を与えてできる多角柱として表現しているが、図 2 8 に示すように、例えばビルの給水塔や集合住宅のエレベータなどにより、その一部が突起している例も多い。このような場合、その最高点で建物形状を定めた場合、それ以外の部分では高さの差が大きくなって実際の景観と一致しなくなる。また、水平面においても突起していることもあり、この場合も景観が正しく再現されない。そこで、本実施の形態 6 では、突起部分を独立した建物形状とすることにより、実際の景観に一致させるものである。

30 【0 1 4 7】なお、景観を撮影した画像（濃淡画像でもカラー画像でもよい）が画像記憶装置 1 に、画像撮影時の視点位置、光軸方向、画角情報等の撮像情報が撮像情報記憶装置 2 に、地図が地図記憶装置 5 1 にそれぞれ記憶され、さらに、建物等の対象物を表すポリゴンとその高さが形状情報記憶装置 4 1 に記憶されているとする。また、建物の高さについては、本発明の実施の形態 1 ～ 3 に示した方法で得てもよい。

【0 1 4 8】以下、図 2 7 に示した景観モデリング装置の動作を図 2 9 に示すフローチャートにより説明する。

40 図 2 9 は図 2 7 に示した景観モデリング装置の動作を示すフローチャートである。

【0 1 4 9】ステップ S T 5 0 1 では、実施の形態 5 のステップ S T 4 0 1 と同様、図 2 3 に示したように、3 次元形状形成装置 4 2 により、建物形状 4 8 を重ね書きした画像 4 7 をディスプレイモニタの景観表示部 5 5 a に描画する。この際、建物形状 4 8 は、その視点位置と光軸方向および焦点距離を画像 4 7 のものに合わせて描画する。また、地図描画装置 5 2 により、地図上に、ポリゴン 5 6 をその建物の位置に合わせてディスプレイモニタの地図表示部 5 5 b 上に描画する。このとき、建物

形状 4 8 は、その多角柱を表す辺により表現し、ポリゴン 5 6 もその辺により表現する。

【0 1 5 0】以下のステップは、形状追加装置 6 1 により制御される動作である。ステップ S T 5 0 2 では、処理を続行するか否かを判定し、そうでないならば終了する。ここでの判定は、例えば終了のときに、マウスやキーボードなどの入力装置 4 4 により、特定の入力を与えることによって行う。

【0 1 5 1】ステップ S T 5 0 3 では、図 2 8 に示したように、突起部分 6 2 を有する建物に対応するポリゴン 5 6 に対して突起部分 6 2 を表す頂点を指定する。これは以下のように行う。マウスやキーボードなどの入力装置 4 4 により、ディスプレイモニタ上に描かれたカーソル 4 9 を、地図上に移動し、さらに突起部分 6 2 を表す頂点とする位置にその辺にそって順次移動させ、それぞれにおいてボタンまたはキー入力により頂点 6 3 a を指定し、同時に地図上に描画していく。入力終了も、特定のボタンまたはキー入力を与えることによって行う。

【0 1 5 2】ステップ S T 5 0 4 では、ステップ S T 5 0 3 で指定された頂点 6 3 a で構成されるポリゴン 6 3 を追加登録する。ここでは、ポリゴン数を示す変数 K を 1 増やし、追加されるポリゴン 6 3 をその新しい K 番目のポリゴンとする。入力された頂点 6 3 a の p 番目の座標をその配列  $X_p[K]$ 、 $Y_p[K]$  に格納する。この場合も x 座標値最大のものを先頭に、反時計まわりになるように構成する。さらに、頂点数を示す  $P[K]$  にステップ S T 5 0 3 で指定された頂点 6 3 a の数を格納し、高さ  $H[K]$  をあらかじめ設定した初期値に設定する。建物突起形状 6 2 の設置地点の標高  $B$

$[K]$  は、その場所に最も近い値を用いる。また、建物突起形状 6 2 に最も近い建物の標高値を用いてもよい。

【0 1 5 3】ステップ S T 5 0 5 では、ポリゴン 6 3 によって生成される建物突起形状 6 2 の高さを修正する。この動作は、本実施の形態 4 の図 2 0 に示したフローチャートのステップ S T 3 0 2 からステップ S T 3 0 7 の動作に等しい。ただし、建物突起形状 6 3 を建物形状とみなし、ステップ S T 3 0 2 の描画においては、ステップ S T 5 0 1 と同様、図 2 3 に示したように景觀に合わせ地図も描画する。また、新たに追加された建物突起形状 6 2 a の高さのみを修正するため、選択された建物を示す  $k$  は常に  $K$  とする。

【0 1 5 4】これにより、例えば当初図 2 8 (a) に示したように描画された建物形状 4 8 を、図 2 8 (b) に示したように建物突起形状 6 2 a と建物形状 4 8 で表現することが可能になり、より正確に景觀を再現することが可能になる。また、この際、地図上で建物突起形状 6 2 を示すポリゴン 6 3 を入力することにより、地図上に示された他のポリゴンや道路などの位置関係から直感的に正しいポリゴンの形状を得、容易に建物形状を修正することができる。さらに、景觀に重ね書きすることに

より、建物突起形状を建物形状とともに確認しながら、その高さを調整することが可能になり、正確な景觀を再現することが可能になる。

【0 1 5 5】なお、上記実施の形態 1 ~ 3 では、特徴点、エッジ、あるいは領域の 3 次元位置座標の計測を、特徴点、エッジ、あるいは領域の検出とその近傍の画素値による対応付けにて行っているが、これは特に限定するものではなく、マウスやキーボードなどの入力装置を用いて、直接、画像上での特徴画素、特徴線分、あるいは特徴領域の位置と、その 2 つの画像間での対応を指示するようにして構成してもよい。

【0 1 5 6】また、本実施の形態 1 ~ 3 では、特徴点、エッジ、あるいは領域の 3 次元位置座標の計測を、2 つの画像により三角測量の原理に基づいて行ったが、より多くの画像を用いてこれを行うように構成してもよいし、また、これを他の方式、例えば、レーザーを使う距離計測手法などにより行うように構成してもよい。

【0 1 5 7】また、本実施の形態では、標高値  $B[k]$  を用いたが、限られた領域であれば、地形は水平であるとし、地平面を  $x y$  平面として、すべて  $B[k] = 0$  として構成してもよい。

【0 1 5 8】また、上記実施の形態 4 ~ 6 では、3 次元形状形成装置と地図描画装置により選択された建物形状やポリゴンの辺の色を変えて表示するようにしているが、一般の建物形状や地図から識別できるようにすればよく、これらの線幅や破線など線種を変えて表示するように構成してもよい。

【0 1 5 9】また、上記実施の形態 4 ~ 6 では、建物形状の高さは上記実施の形態 1 ~ 3 に示した動作により得ているが、建物形状の高さを他の手法、例えば、従来の景觀モデリング装置により得るように構成し、これによって得た建物形状に対し以下の動作を行うように構成してもよい。

【0 1 6 0】また、上記実施の形態 5、6 では、3 次元形状形成装置と地図描画装置により描画される景觀と地図とを同一ディスプレイモニタに表示したが、これを異なる表示装置に表示するように構成してもよい。

【0 1 6 1】また、本実施の形態 6 では、建物形状の建物突起形状を追加するものとして説明したが、地図上に示されていないが画像上に存在する建物の建物形状を新たに追加するものとして動作させてもよい。

【0 1 6 2】また、上記実施の形態における、特徴部抽出装置、位置演算装置、高さ設定装置、3 次元形状形成装置、高さ調整装置、地図描画装置、形状調整装置、形状追加装置を用いたが、これらの動作を計算機によりソフトウェアで実行するように構成してもよい。

【0 1 6 3】また、上記実施の形態 1 ~ 6 では、画像、画像撮影時のカメラの視点位置と光軸方向と画角情報、ポリゴンと高さに関する情報及び地図を異なる記憶装置に格納したが、これらを同一の記憶装置に格納するよう



に構成してもよい。

【0164】また、上記実施の形態1～6で用いる画像は、航空機やヘリコプターより撮影した空中写真の画像であってよい。

【0165】また、上記実施の形態1～3で用いる画像は、濃淡の多値画像としたが、カラー画像を用いてもよい。この場合、建物の赤色灯のみを特徴点等の特徴部として抽出、あるいは、青や白、灰色領域は背景の空や雲とみなして、特徴図形の抽出を省略するといった構成にすることもできる。

【0166】

【発明の効果】本発明は、以上説明したように構成されているので、以下に記載されたような効果を奏する。

【0167】本発明に係る景観モデリング装置は、同一の対象物を異なる方向から撮像した少なくとも2つの画像を記憶する画像記憶手段と、前記各画像の撮像時の撮像情報を記憶する撮像情報記憶手段と、前記対象物の水平断面の輪郭情報を記憶する形状記憶手段と、前記画像記憶手段に記憶されている各画像の特徴部を抽出する特徴部抽出手段と、前記特徴部抽出手段で抽出された特徴部、前記撮像情報記憶手段に記憶されている撮像情報及び前記形状記憶手段に記憶されている輪郭情報に基づいて前記対象物の高さを求める高さ設定手段と、前記形状記憶手段に記憶されている輪郭情報及び前記高さ設定手段で設定された対象物の高さに基づいて前記対象物の3次元形状を形成する3次元形状形成手段とを備えているので、簡単な処理で建物の正確な高さが得られ、効率良く正しい景観を再現することができる。

【0168】さらに、高さ設定手段は、特徴部抽出手段で抽出された特徴部と撮像情報記憶手段に記憶されている撮像情報に基づいて前記特徴部の水平方向成分及び高さ方向成分を有する3次元位置情報を演算する位置情報演算手段を備え、前記位置情報演算手段で演算された3次元位置情報の水平成分と輪郭情報とに基づいて対象物に属する特徴部を抽出し、前記対象物に属する特徴部の高さ方向成分を前記対象物の高さに設定するので、特徴部から容易に対象物の高さを求めることができる。

【0169】さらに、最も高い特徴部の高さを対象物の高さとするので、対象物の上部の高さが一定でない場合でも、最も高い地点の高さを想定することができ、実際には見通しがきかないのに、見通せると誤って判定してしまうことがなく、正しい景観を実現することができる。

【0170】また、特徴部は特徴点であるので、既存の画像処理手法により容易に特徴部の3次元位置が演算でき、効率よく景観を復元することができる。

【0171】また、特徴部は特徴線分であるので、既存の画像処理手法により容易に特徴部の3次元位置が演算でき、効率よく景観を復元でき、さらに、ノイズ等が多い画像においても正確に景観を再現することができる。

【0172】また、特徴部は特徴領域であるので、既存の画像処理手法により容易に特徴部の抽出及び特徴部の3次元位置が演算でき、効率よく景観を復元できる。

【0173】また、本発明に係る景観モデリング装置は、対象物を撮像した画像を記憶する画像記憶手段と、前記画像の撮像時の撮像情報を記憶する撮像情報記憶手段と、前記対象物の3次元形状を形成する3次元形状形成手段と、前記撮像情報記憶手段に記憶されている撮像情報に基づいて前記画像記憶手段に記憶されている対象物と前記3次元形状形成手段により形成された前記対象物の3次元形状とを対応づけて表示する表示手段と、前記表示手段の表示結果に基づく入力を受けて前記対象物の3次元形状の高さを調整する高さ調整手段を備えているので、一度設定した建物の高さを変更することができ、より正確な景観になるように修正することができる。

【0174】さらに、高さ調整手段は、表示結果を確認して入力された入力情報により、表示結果に基づいて選択された3次元形状の高さを調整するので、ユーザーが会話的に景観を復元することができ、容易に的確な値に変更することができる。

【0175】さらに、表示手段は、高さ調整手段で選択された3次元形状と他の3次元形状とを異なる様式で表示させるので、容易に選択された3次元形状を識別することができる。

【0176】さらに、表示手段は、画像記憶手段に記憶されている対象物と3次元形状形成手段により形成された前記対象物の3次元形状とを異なる様式で表示させるので、容易に選択された建物を識別することができる。

【0177】また、本発明に係る景観モデリング装置は、対象物に対応した地図を記憶する地図記憶手段と、前記対象物の水平断面の輪郭情報を記憶する形状記憶手段と、前記形状記憶手段に記憶されている輪郭情報に基づいて前記対象物の3次元形状を形成する3次元形状形成手段と、前記撮像情報記憶手段に記憶されている撮像情報に基づいて前記画像記憶手段に記憶されている対象物と前記3次元形状形成手段により形成された前記対象物の3次元形状とを対応づけて表示するとともに、前記地図記憶手段に記憶されている地図上の対象物と前記形状記憶手段に記憶されている輪郭情報により形成される輪郭とを対応づけて表示する表示手段と、前記表示手段の表示結果に基づく入力を受けて前記対象物の輪郭情報を修正する修正手段を備えているので、一度設定した輪郭の位置や形状を修正することができ、より正確な景観になるように修正することができる。また、地図上の対象物と輪郭との位置関係が明確となり容易に輪郭の位置や形状を修正することができる。

【0178】さらに、修正手段は、表示結果を確認して入力された入力情報により、表示結果に基づいて選択された輪郭の輪郭情報を修正するので、ユーザーが会話的



に輪郭情報を修正することができ、容易に的確な景観を復元することができる。

【0179】さらに、表示手段は、修正手段で選択された輪郭と他の輪郭とを異なる様式で表示させるので、容易に選択された輪郭を識別することができる。

【0180】また、修正手段は、輪郭の位置を修正するので、輪郭情報による輪郭の位置と地図上の位置とが異なっている場合でも、適切な位置になるように輪郭情報を修正することができる。

【0181】また、修正手段は、輪郭の形状を修正するので、輪郭情報による輪郭の形状と地図上の形状とが異なっている場合でも、適切な形状になるように輪郭情報を修正することができる。

【0182】さらに、表示手段は、地図記憶手段に記憶されている地図上の対象物と形状記憶手段に記憶されている輪郭情報により形成される輪郭とを異なる様式で表示させるので、容易に選択された建物を識別することができる。

【0183】また、修正手段は、新たな輪郭を追加するので、複数の輪郭を有する建物形状を得ることができ、より正確な景観を実現することができる。

【0184】さらに、3次元形状形成手段は、新たな輪郭に関する輪郭情報をも含めて3次元形状を形成するので、例えば、対象物にビルの給水塔や集合住宅のエレベータ等、輪郭情報に含まれていない形状が存在する場合に、これらの形状をも考慮して、より正確な建物形状を得ることができる。

#### 【図面の簡単な説明】

【図1】 本発明の実施の形態1の景観モデリング装置を示す図である。

【図2】 対象物及びこの対象物を撮像した画像を示す図である。

【図3】 撮像情報記憶装置に記憶される撮像情報を示す図である。

【図4】 地図及び地図から形成されたポリゴンを示す図である。

【図5】 形状記憶装置に記憶されるポリゴンに関する情報を示す図である。

【図6】 本発明の実施の形態1の動作を説明するための図である。

【図7】 本発明の実施の形態1の動作を示すフローチャートである。

【図8】 本発明の実施の形態1の動作を示すフローチャートである。

【図9】 本発明の実施の形態1の動作を説明するための図である。

【図10】 本発明の実施の形態1の動作を示すフローチャートである。

【図11】 本発明の実施の形態2の景観モデリング装置を示す図である。

【図12】 本発明の実施の形態2の動作を説明するための図である。

【図13】 本発明の実施の形態2の動作を示すフローチャートである。

【図14】 本発明の実施の形態2の動作を示すフローチャートである。

【図15】 本発明の実施の形態2の動作を示すフローチャートである。

【図16】 本発明の実施の形態3の景観モデリング装置を示す図である。

【図17】 本発明の実施の形態3の動作を説明するための図である。

【図18】 本発明の実施の形態4の景観モデリング装置を示す図である。

【図19】 本発明の実施の形態4の動作を説明するための図である。

【図20】 本発明の実施の形態4の動作を示すフローチャートである。

【図21】 本発明の実施の形態5の景観モデリング装置を示す図である。

【図22】 本発明の実施の形態5の動作を示すフローチャートである。

【図23】 本発明の実施の形態5の動作を説明するための図である。

【図24】 本発明の実施の形態5の動作を説明するための図である。

【図25】 本発明の実施の形態5の動作を説明するための図である。

【図26】 本発明の実施の形態5の動作を説明するための図である。

【図27】 本発明の実施の形態6の景観モデリング装置を示す図である。

【図28】 本発明の実施の形態6の動作を説明するための図である。

【図29】 本発明の実施の形態6の動作を示すフローチャートである。

【図30】 従来の景観モデリング装置を示すブロック図である。

【図31】 地図、ポリゴン、及び高さ情報を示す図である。

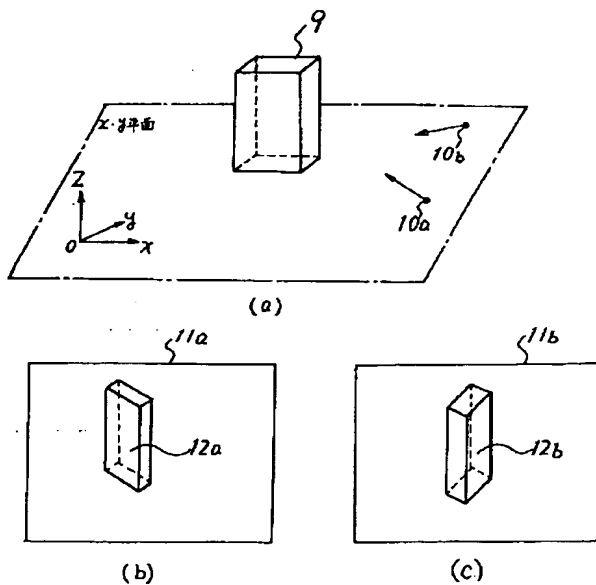
【図32】 従来の景観モデリング装置の動作を説明するための図である。

#### 【符号の説明】

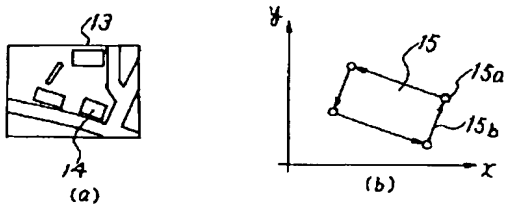
1 画像記憶装置	2 撮像情報記憶装置
3 形状情報記憶装置	4 特徴部抽出装置
5 位置演算装置	6 高さ設定装置
7 3次元形状形成装置	8 表示装置
9 対象物	10 撮像地点

- 1 1 画像  
象物
- 1 3 地図  
象物形状
- 1 5 ポリゴン
- 1 7 画像上の特徴点
- 1 9 光軸ベクトル  
応する位置
- 2 0 a エピポーラ直線  
装置
- 2 2 位置演算装置
- 2 4 エッジ  
装置
- 3 2 位置演算装置
- 3 4 領域
- 4 1 形状情報記憶装置  
形成装置
- 4 3 表示装置
- 1 2 画像上の対
- 1 4 地図上の対
- 1 6 特徴点
- 1 8 視線ベクトル
- 2 0 特徴点に対
- 2 1 特徴部抽出
- 2 3 高さ設定装
- 3 1 特徴部抽出
- 3 3 高さ設定装
- 3 5 重心
- 4 2 3次元形状
- 4 4 入力装置

【図 2】



【図 4】

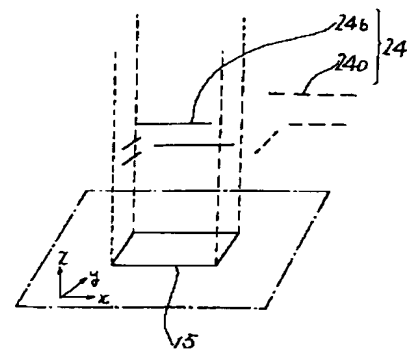


- 4 5 高さ調整装置
- 4 6 ディスプレ
- 4 7 画像
- 4 8 ディスプレ
- 4 8 a 建物形状を構成する辺
- 4 9 カーソル
- 5 1 地図記憶装置
- 5 2 地図描画装
- 5 3 表示装置
- 5 4 形状調整装
- 5 5 表示部
- 5 6 ポリゴン
- 6 1 形状追加装置
- 6 2 突起部分
- 6 3 ポリゴン
- 1 0 1 ポリゴンデータ記憶装置
- 1 0 2 標高デー
- 1 0 3 演算装置
- 1 0 4 表示装置
- 1 0 5 地図
- 1 0 6 地図上の
- 1 0 7 ディスプレイ上の景観
- 1 0 8 3次元建
- 1 0 9 建物の底面
- 1 1 0 建物の平
- 均的高さ

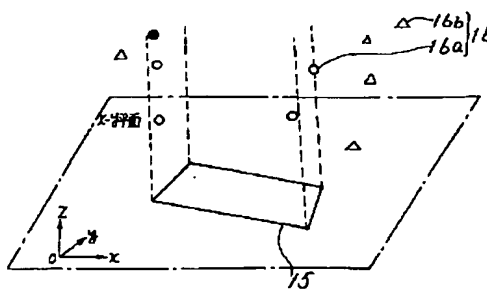
【図 3】

視点x座標	$qx$
視点y座標	$qy$
視点z座標	$qz$
光軸の方位角	$\alpha$
光軸の俯角	$\beta$
光軸まわりのねじれ	$\gamma$
面角	$\phi$

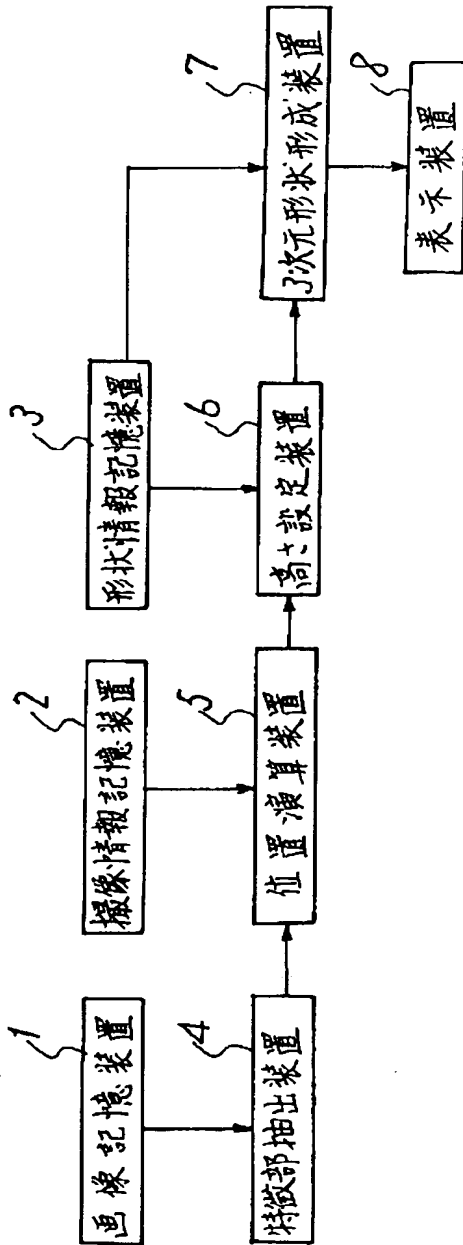
【図 1 2】



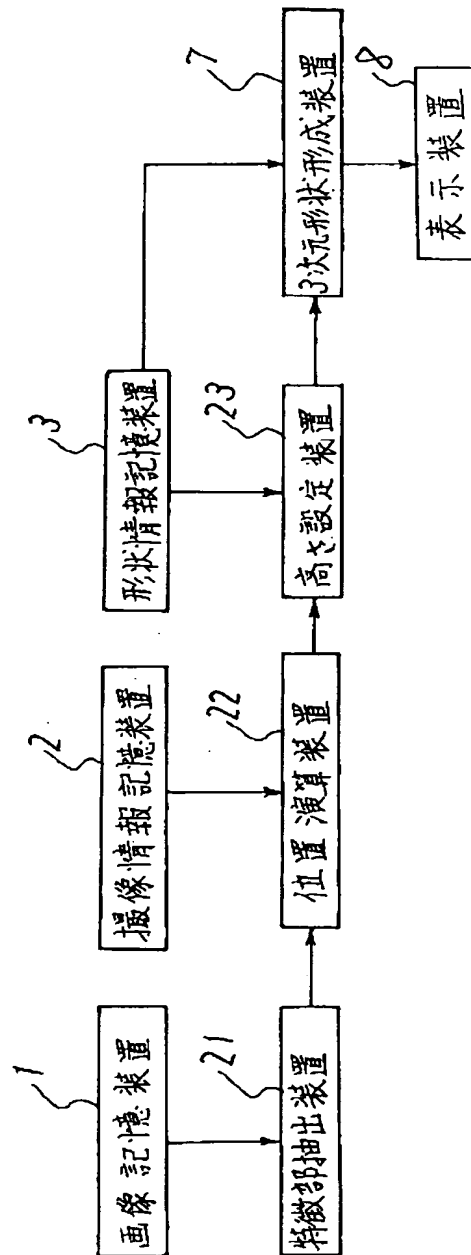
【図 6】



【図 1】

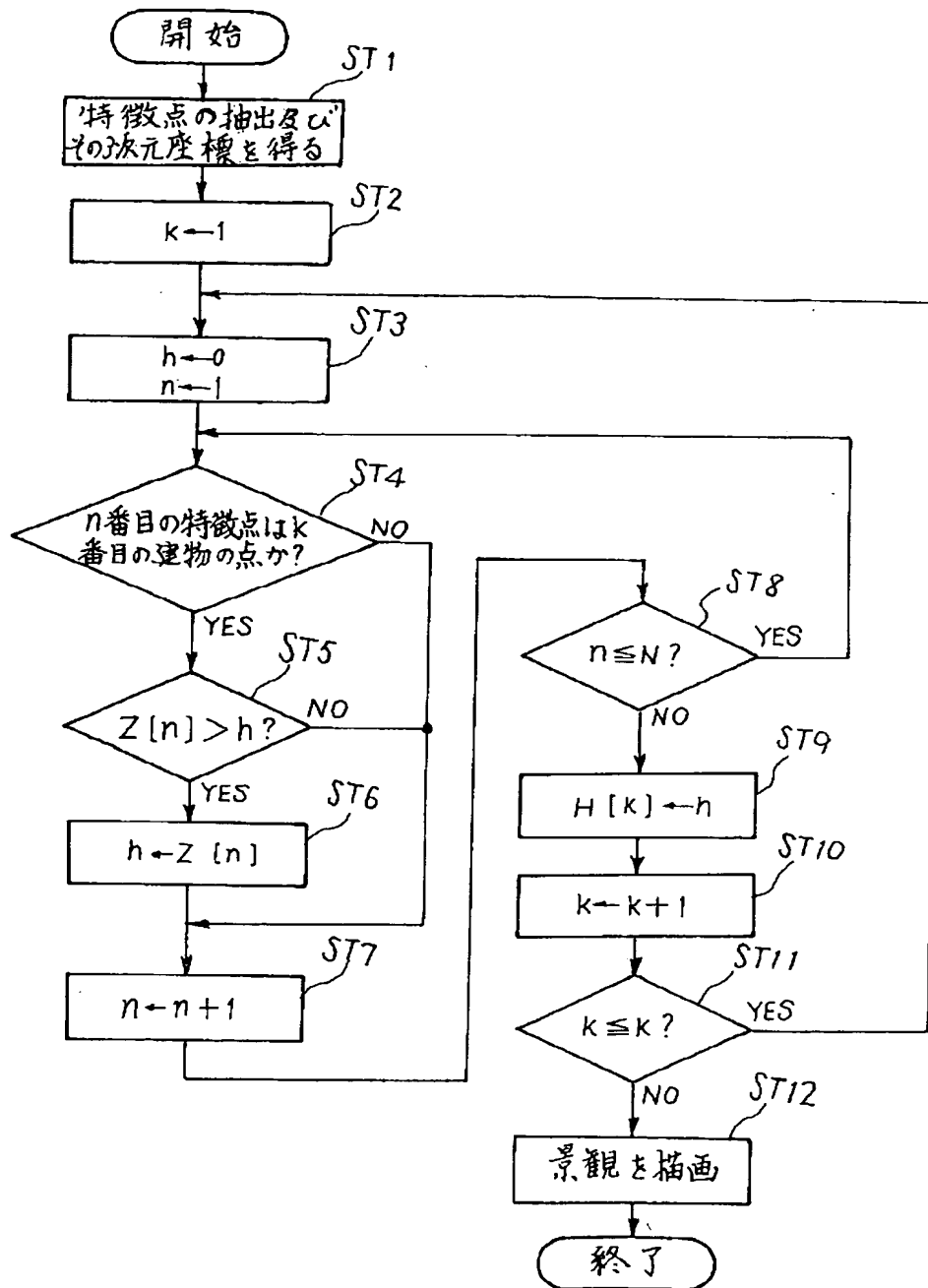


【図 1 1】

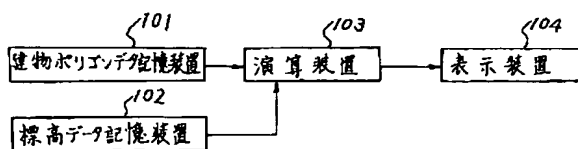




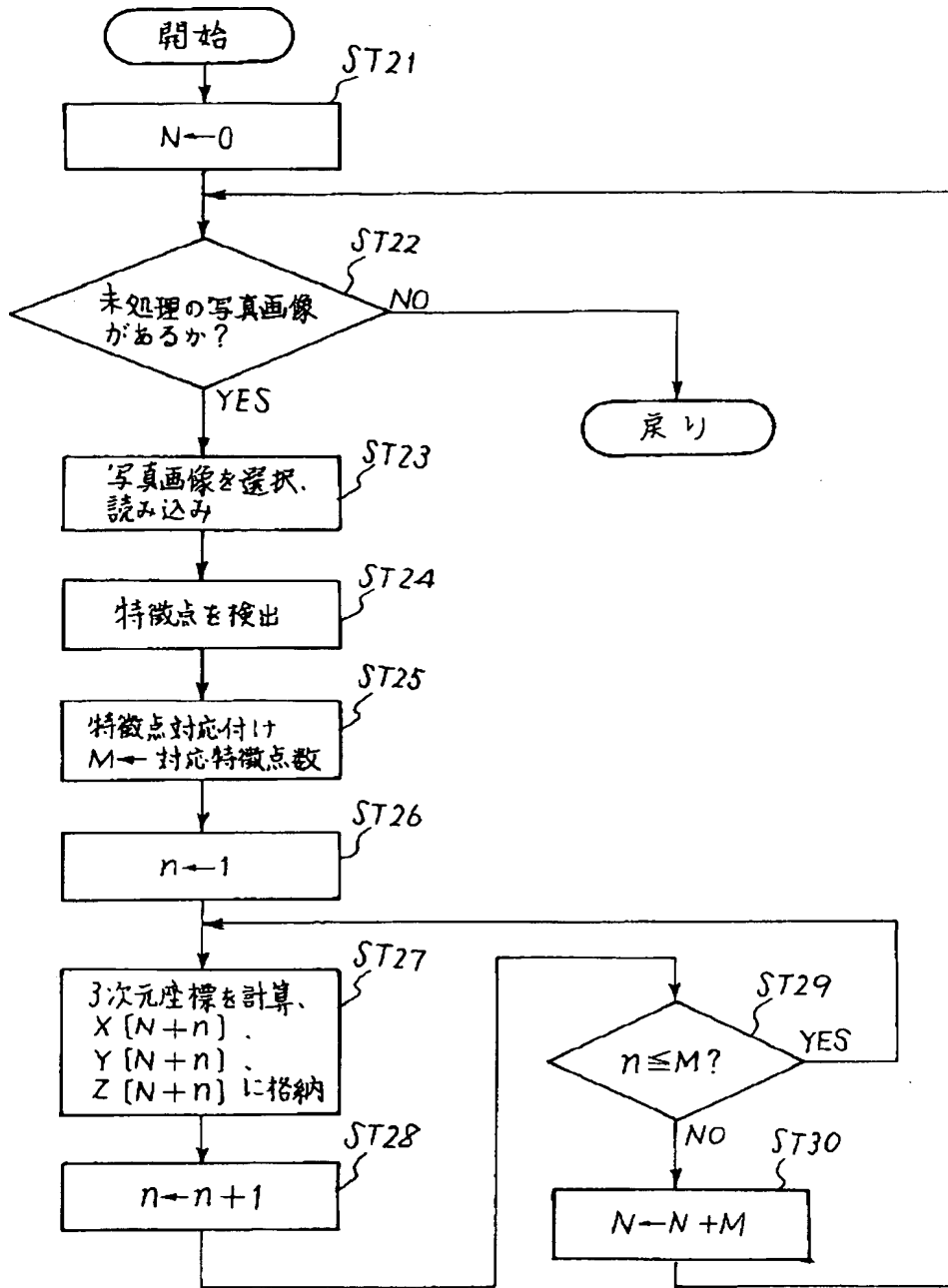
【図 7】



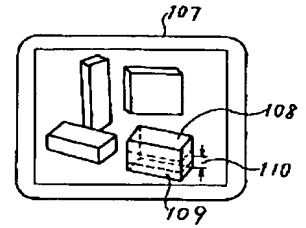
【図 30】



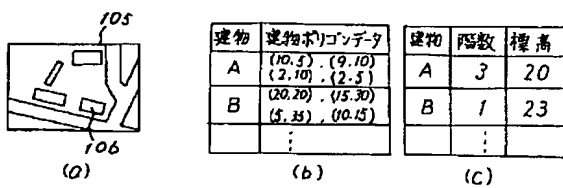
【図 8】



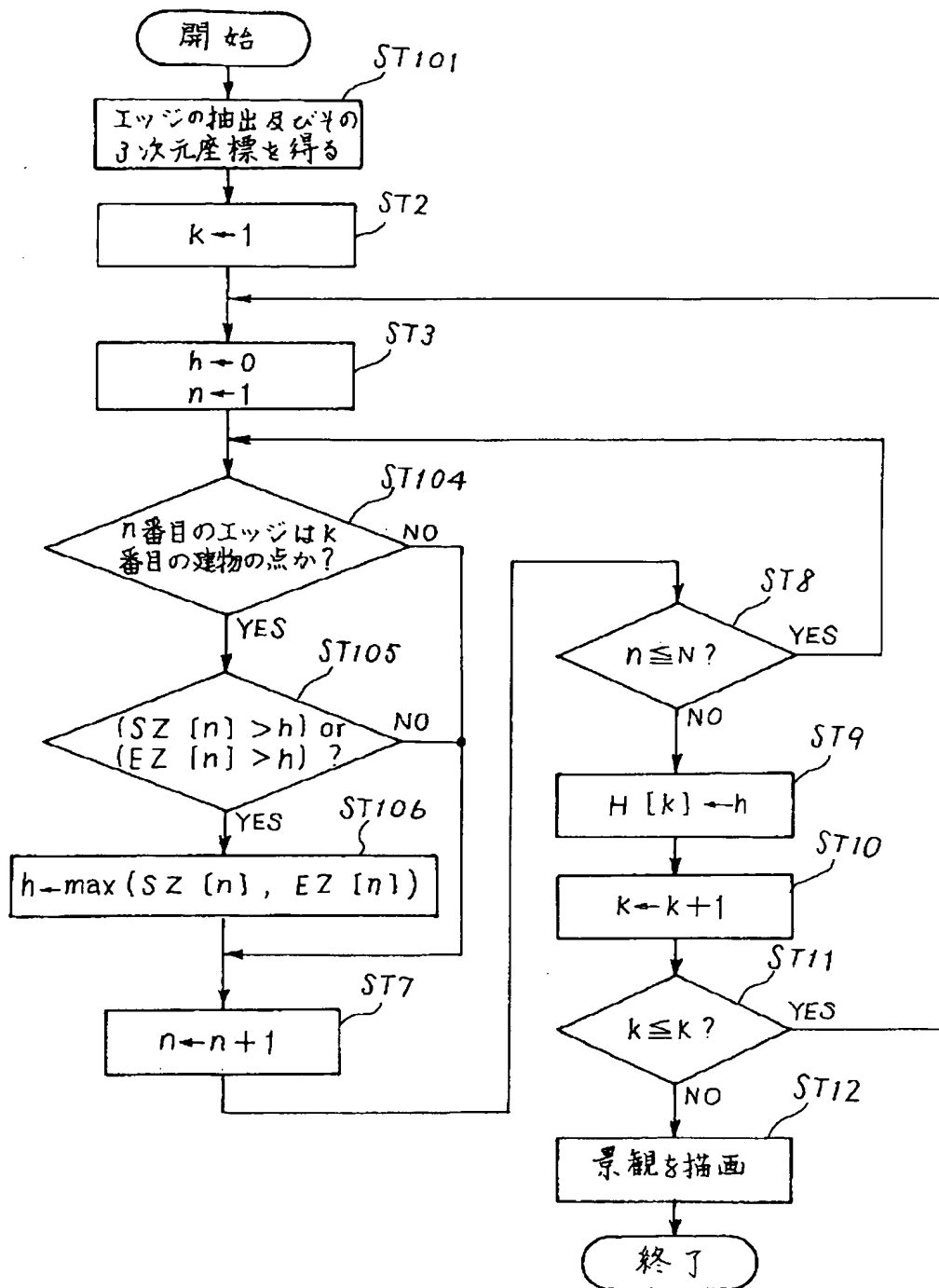
【図 32】



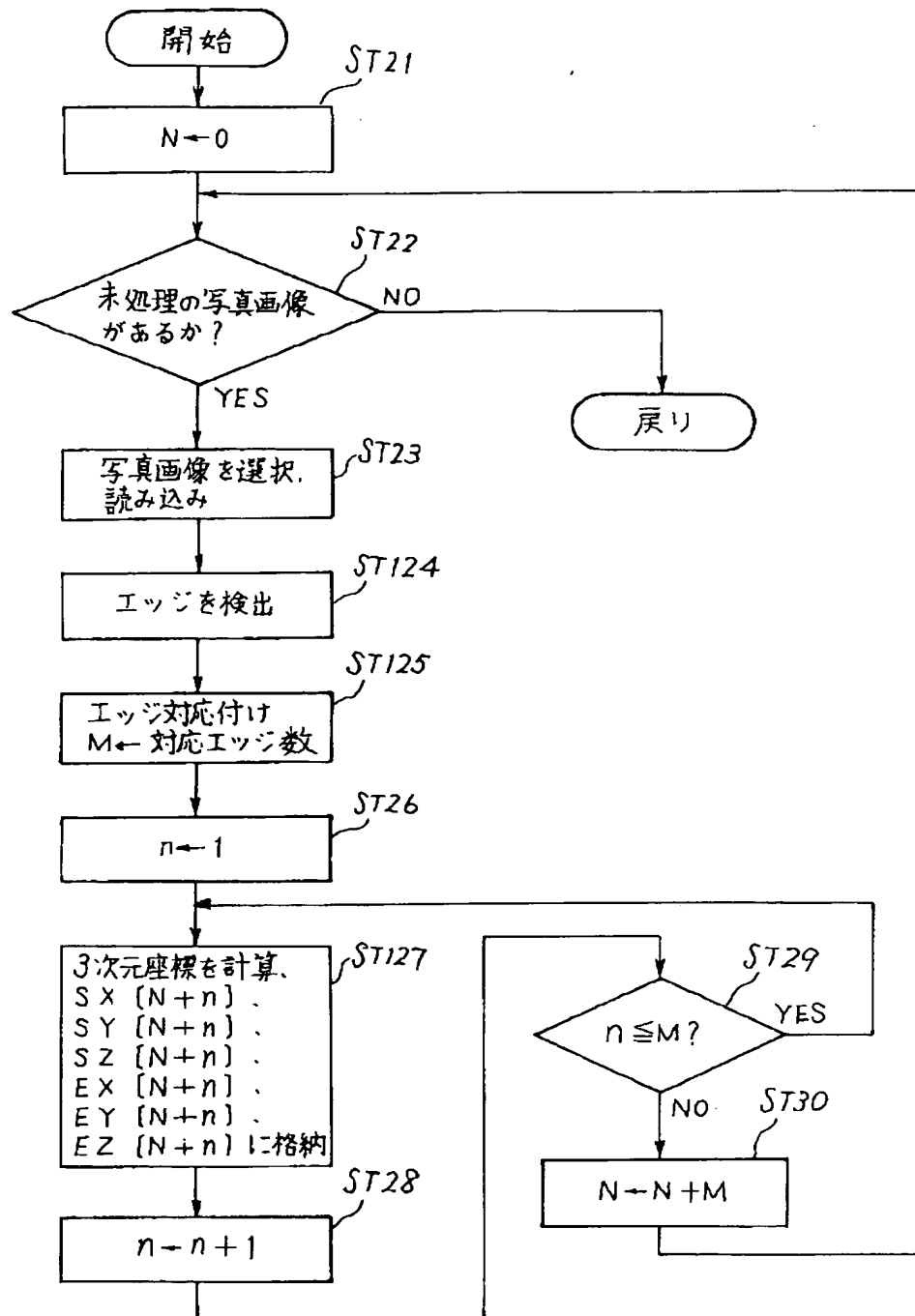
【図 31】



【図 13】

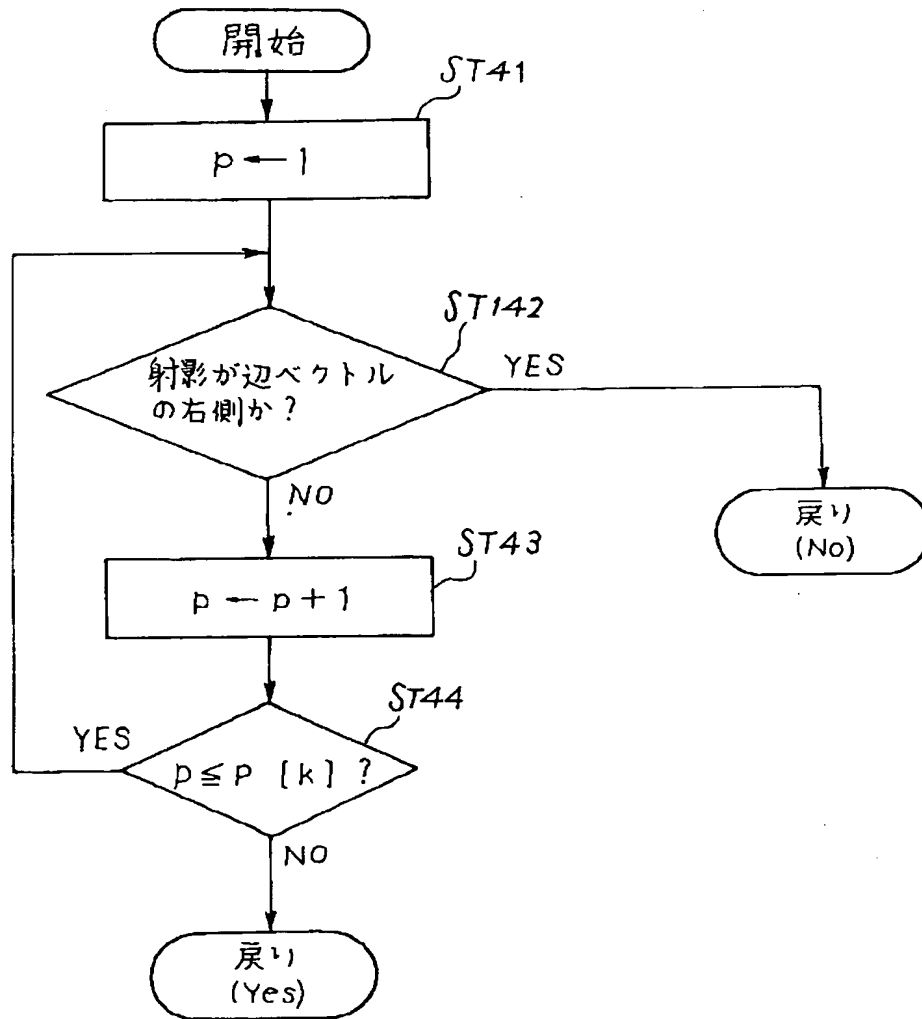


【図 14】

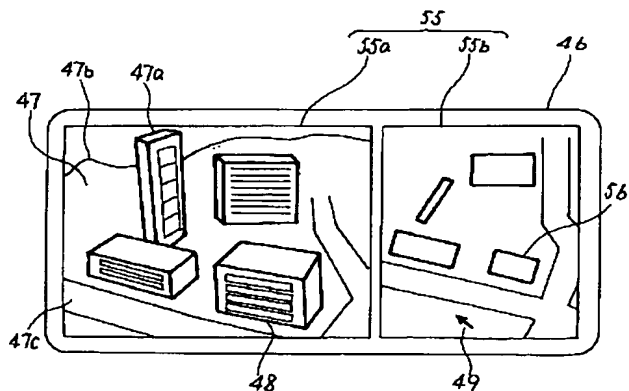




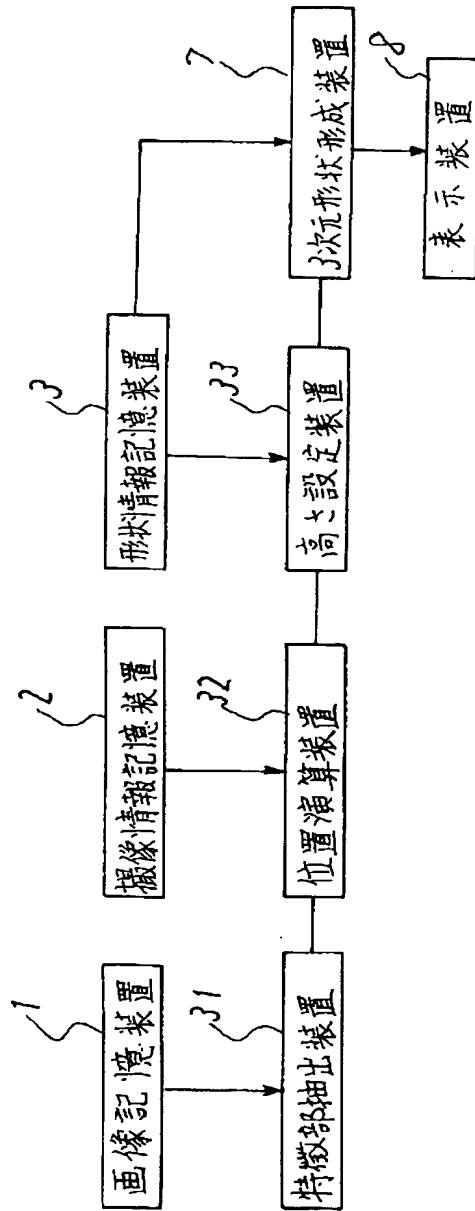
【図15】



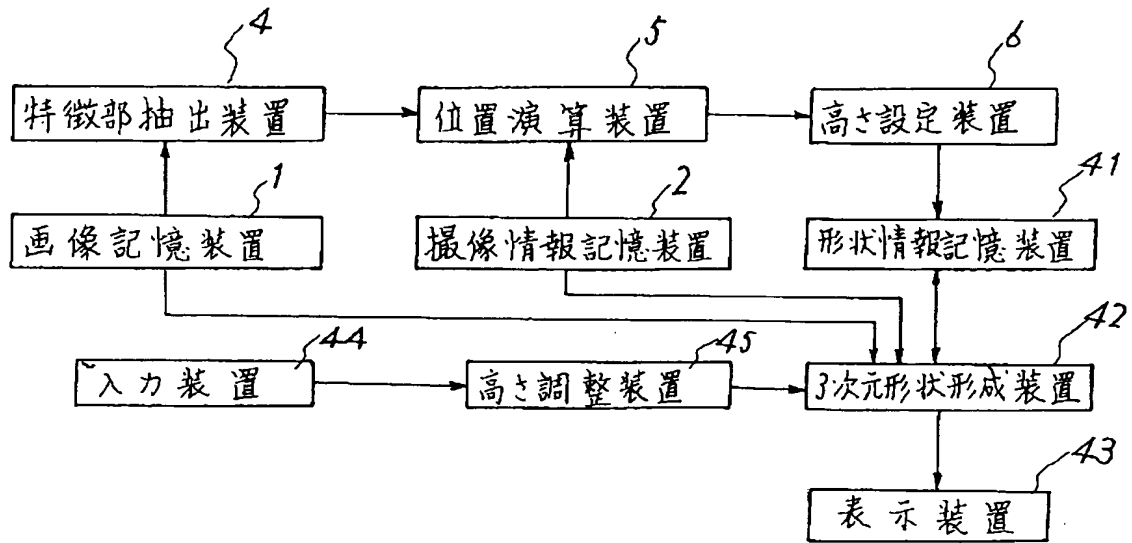
【図23】



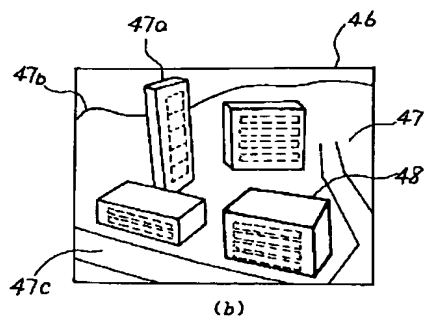
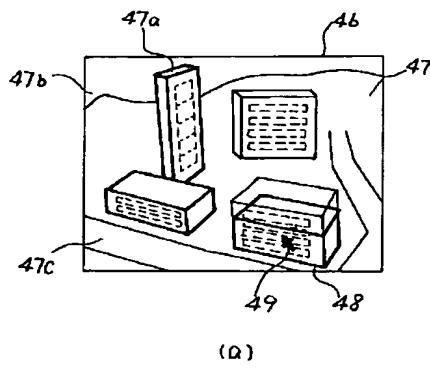
【図 1 6】



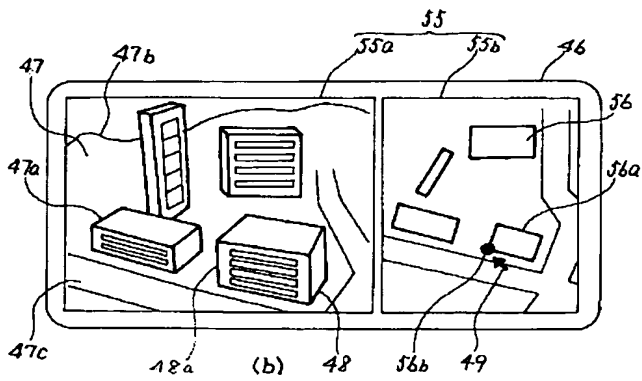
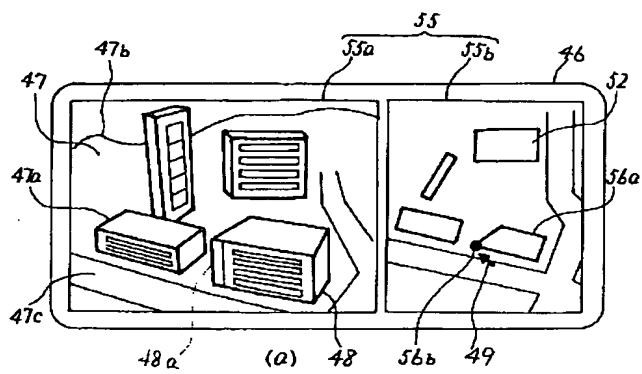
【図18】



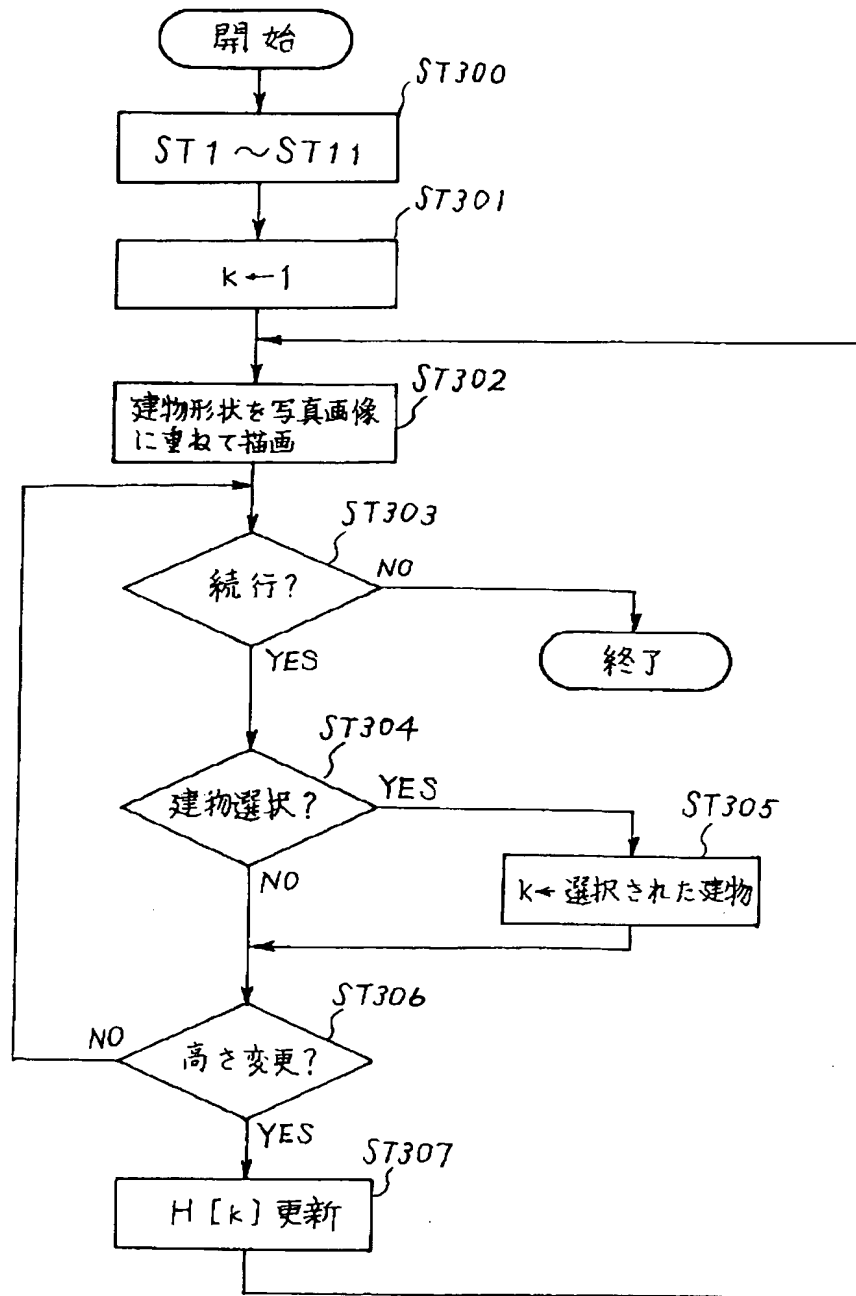
【図19】



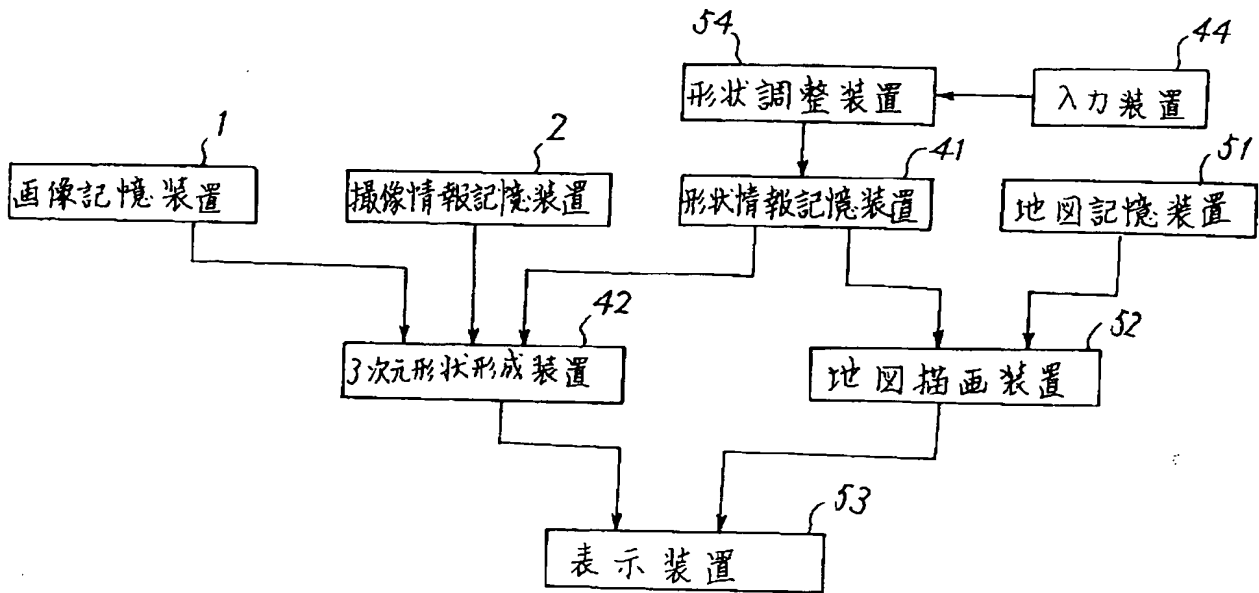
【図24】



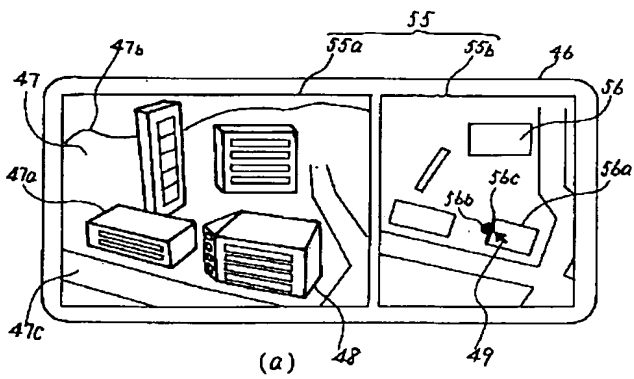
【図20】



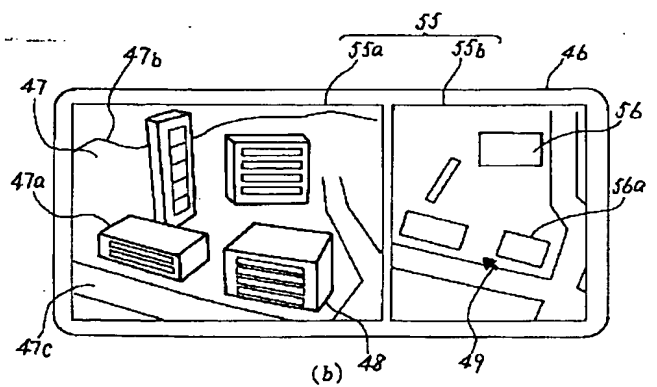
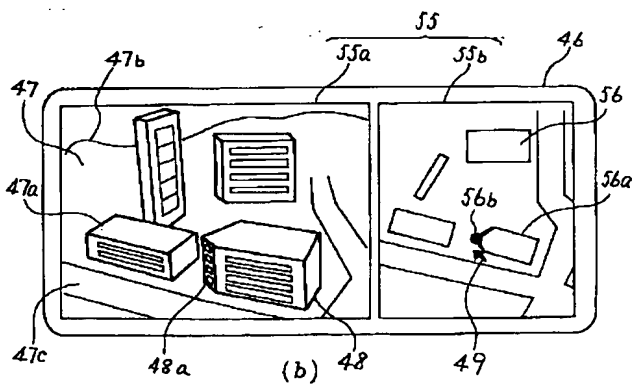
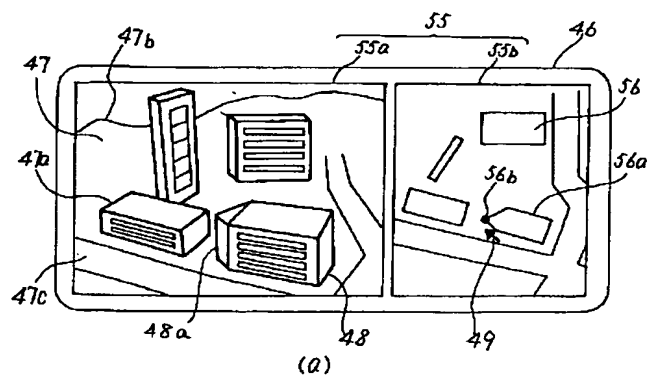
【図 21】



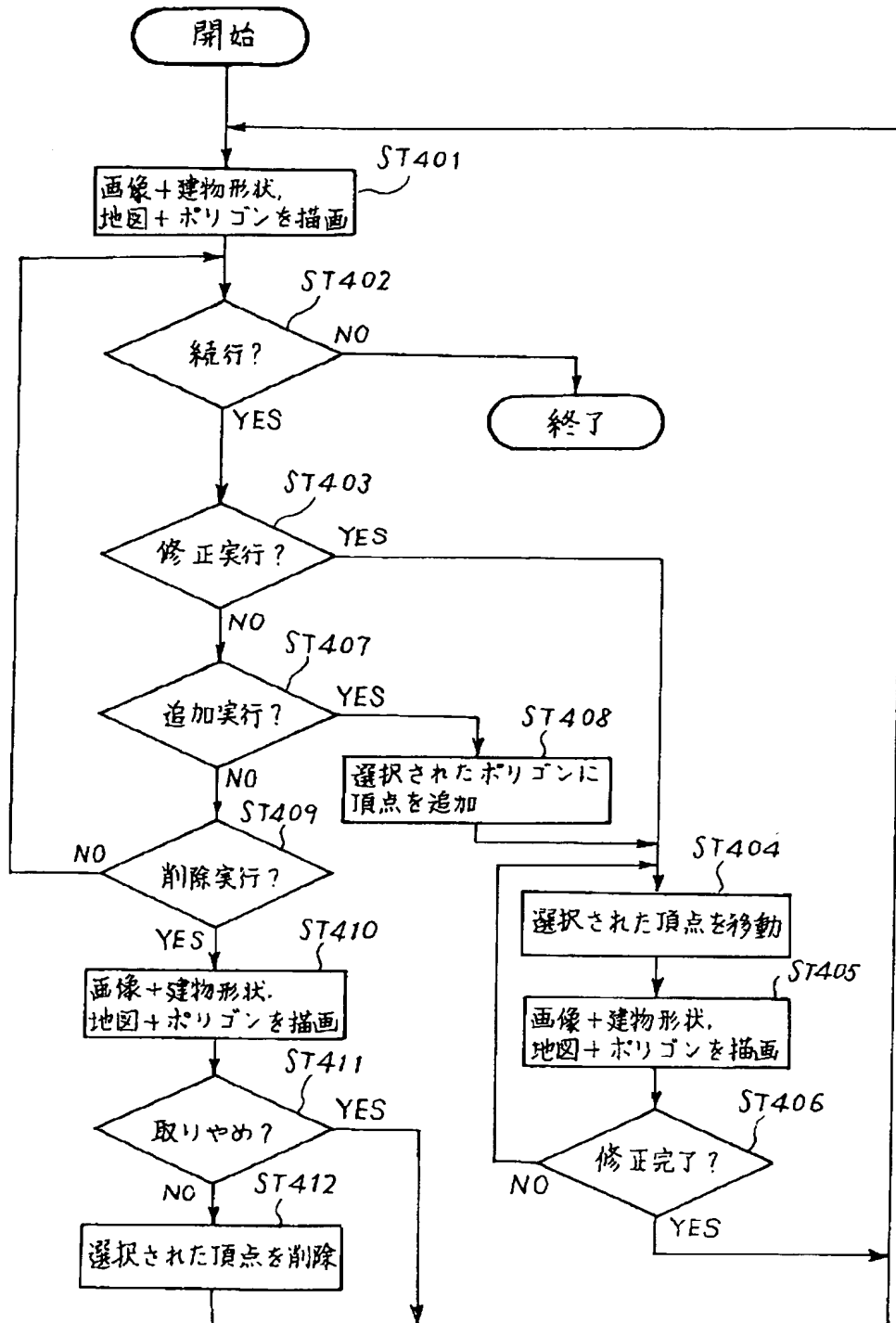
【図 25】



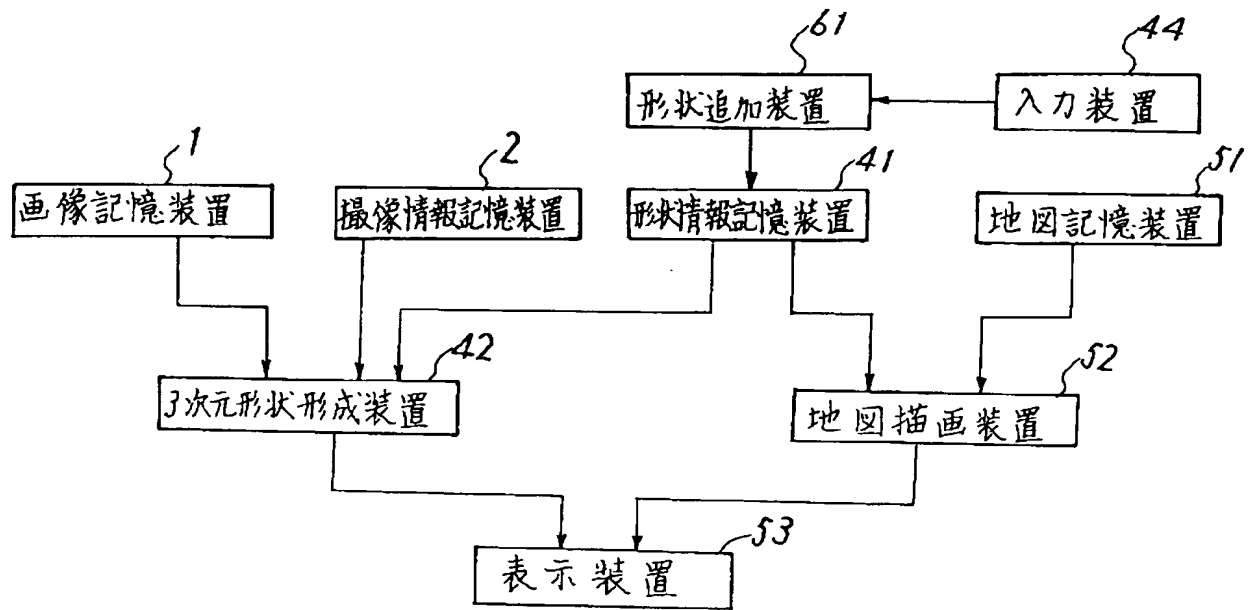
【図 26】



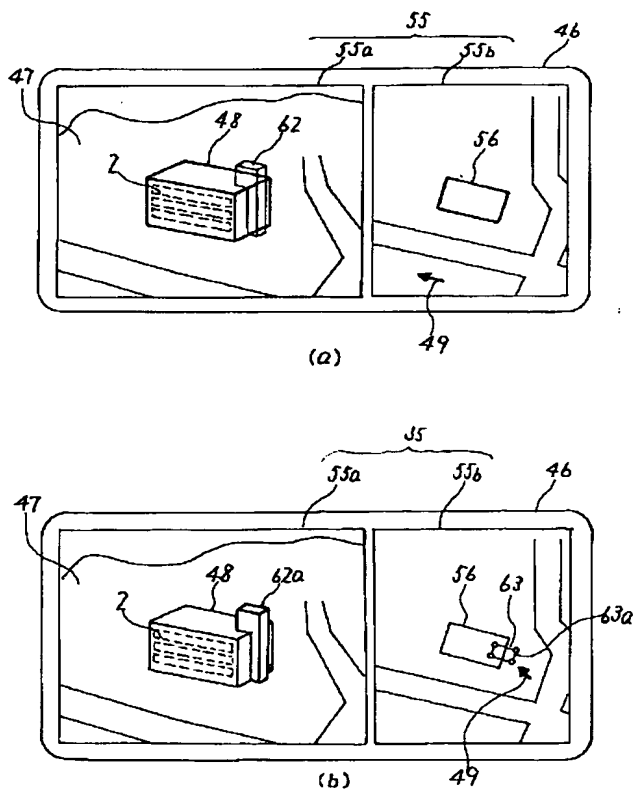
【図22】



【図 27】



【図 28】



【図 29】

